

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики

Направление подготовки 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

Кафедра технологии машиностроения и промышленной робототехники

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Установка для 3D-сканирования малогабаритных объектов на основе бытовой фотокамеры

УДК 62-4-181.4:004.925.84:004.352

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ51	Бровикова Анастасия Игоревна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТМСПР	Дронов Владимир Владимирович	К.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Спицын В.В.	К.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Пустовойтова М.И.	К.х.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
	Вильнин А.Д.			

Томск – 2017 г.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

по основной образовательной программе подготовки магистров по направлению 15.04.05
«Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»,
профиль подготовки «Конструирование технологического оборудования»
ИК ТПУ, кафедра ТМСПР, руководитель ООП Крауиньш П. Я.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

**по основной образовательной программе подготовки магистров по направлению
15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств», профиль подготовки «Конструирование технологического
оборудования»**

ИК ТПУ, кафедра ТМСПР, руководитель ООП Крауиньш П. Я.

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные компетенции</i>		
P1	Применять <i>глубокие естественнонаучные и математические знания</i> для создания нового технологического оборудования и машин.	Требования ФГОС ВО (ОПК 1, ПК-2, 3). Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P2	Применять <i>глубокие знания</i> в области современного машиностроительного производства для решения <i>междисциплинарных инженерных задач</i>	Требования ФГОС ВО (ПК-1-4). Критерий 5 АИОР (п. 2.1, п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P3	Ставить и решать <i>инновационные задачи инженерного анализа</i> , связанные с созданием и обработкой новых изделий с использованием системного анализа и моделирования объектов машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ПК-5-9). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P4	<i>Разрабатывать</i> и использовать <i>новое</i> оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ПК-15-17). Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P5	Проводить теоретические и модельные <i>исследования</i> в области машиностроительного производства	Требования ФГОС ВО (ОПК 1, ПК-16). Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P6	Внедрять и обслуживать современные высокотехнологические линии автоматизированного производства, обеспечивать их <i>высокую</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-2, ПК-9, ПК-11, 12, 13, 14). Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI

	<i>эффективность</i> , соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды	
Универсальные компетенции		
P7	Использовать <i>глубокие знания</i> для <i>инновационной</i> инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности	Требования ФГОС ВО (ОПК-4, ПК-2, ПК-3, ПК-13, ПК-14, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P8	<i>Активно</i> владеть <i>иностранным языком</i> на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОПК-3, ОПК-4, ПК-13, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве <i>члена и руководителя группы</i> , состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность <i>следовать корпоративной культуре</i> организации	Требования ФГОС ВО (ОПК-1, ПК-18). Критерий 5 АИОР (п. 2.13), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P10	Демонстрировать <i>глубокие знания</i> <i>социальных, этических и культурных аспектов</i> , компетентность в вопросах <i>устойчивого развития</i>	Требования ФГОС ВО (ОК-2). Критерий 5 АИОР (п. 2.14), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI
P11	<i>Самостоятельно</i> учиться и непрерывно <i>повышать квалификацию</i> в течение всего периода профессиональной деятельности	Требования ФГОС ВО (ОК-3). Критерий 5 АИОР (п. 2.14), согласованный с требованиями международных стандартов EUR-ACEи FEANI

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Кибернетики

Направление подготовки (специальность) 15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Кафедра Технологии машиностроения и промышленной робототехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ51	Бровиковой Анастасии Игоревне

Тема работы:

Двухступенчатые кинематические волновые редукторы с радиальным и радиально-осевым расположением ступеней	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2017 №2753/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	15.06.2017
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Разработка установки для 3D моделирования малогабаритных объектов на основе бытовой фотокамеры. Провести исследование точности создания 3D моделей по принципу фотограмметрии.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	Литературно-патентный обзор имеющихся установок для 3D моделирования. Разработать алгоритм сканирования объекта для дальнейшей обработки в программной среде. Рассмотреть области применения фотограмметрии.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Компоновочные схемы, математические модели, графики переходного процесса
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Расчеты и аналитика»	Дронов Владимир Владимирович
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Спицын Владислав Владимирович
«Социальная ответственность»	Пустовойтова Марина Игоревна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
«Литературный обзор»	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	1.10.2015
---	-----------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент каф. ТМСРР	Дронов В.В.	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ51	Бровикова А.И.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ51	Бровиковой Анастасии Игоревне

Институт		Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость ресурсов принять как среднюю по г. Томску, заработную плату принять по окладу ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Отчисления во внебюджетные организации принять 27,1%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Потенциальные потребители результатов исследования. Анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Структура работ в рамках научного исследования. Определение трудоемкости выполнения работ. Разработка графика проведения научного исследования. Расчет материальных затрат НТИ. Основная заработная плата. Отчисления во внебюджетные фонды.

	<i>Формирование бюджета затрат научно-технического проекта.</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. <i>Сегментирование рынка</i> 2. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 3. <i>Матрица SWOT</i> 4. <i>График проведения и бюджет НИИ</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицын В. В.	К. э. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ51	Бровикова А.И.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8НМ51	Бровиковой Анастасии Игоревне

Институт	Кибернетики	Кафедра	ТМСПР
Уровень образования	Магистр	Направление/специальность	15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>1. Описание рабочего места (рабочей зоны, технологического процесса, механического оборудования) на предмет возникновения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – вредных проявлений факторов производственной среды (метеоусловия, вредные вещества, освещение, шумы, вибрации, электромагнитные поля, ионизирующие излучения) – опасных проявлений факторов производственной среды (механической природы, термического характера, электрической, пожарной и взрывной природы) – негативного воздействия на окружающую природную среду (атмосферу, гидросферу, литосферу) – чрезвычайных ситуаций (техногенного, стихийного, экологического и социального характера) 	<p>Рабочее место – офисное помещение, стол, стул, ПЭВМ</p> <p>Возможно возникновение:</p> <ul style="list-style-type: none"> - вредных факторов производственной среды (повышенная запыленность воздуха рабочей зоны, повышенная температура воздуха рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенная или пониженная влажность воздуха, повышенный уровень электромагнитных излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны); - опасных факторов (электрический ток)
<p>2. Знакомство и отбор законодательных и нормативных документов по теме</p>	<ul style="list-style-type: none"> • СНБ 4.02.01-03 • СанПиН 2.2.4.548 – 96 • СанПиН 2.2.4.1294-03. • СанПиН 2.2.2.542-96 • СанПиН 2.2.4/2.1.8.005-96 • СанПиН 2.2.2.542-96 • ГОСТ 12.1.003–83 • СН 2.2.4-2.1.8.566-96 • СанПин 2.2.2/2.4.1340 –03 • Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. • 123 – ФЗ, 2013.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства) 	<p>Анализ выявленных вредных факторов:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Температура воздуха 2) Запыленность воздуха рабочей зоны 3) Электромагнитные излучения 4) Освещение 5) Производственный шум
<p>2. Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производственной среды в следующей последовательности</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); 	<p>Анализ выявленных опасных факторов:</p> <p>Электрический ток. Источник-ПЭВМ.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); – пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) 	
<p>3. Охрана окружающей среды:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>В разделе приведен анализ воздействия на литосферу (рассмотрен процесс утилизации неисправных и устаревших ПЭВМ).</p> <p>Загрязнение воздушного бассейна и гидросферы не обнаружено.</p>
<p>4. Защита в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>ЧС техногенного характера - пожар</p>
<p>5. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>Организация рабочего места должна удовлетворять требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03</p>
Перечень графического материала:	
При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Пустовойтова М. И.	К. х. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ51	Бровикова А.И.		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 85 с., 20 рис., 23 табл., 10 источников.

Ключевые слова: фотограмметрия, 3D модель, моделирование, поворотный стол, AgisoftPhotoScan

Объектом исследования является установка для 3D-сканирования малогабаритных объектов на основе бытовой фотокамеры. Предметом проектирования – поворотный стол.

Целью работы является проверка точности работы созданной установки.

В процессе работы проведен аналитический обзор. Также изучены основные принципы работы поворотного стола и создания 3D моделей с помощью фотографий.

В результате исследования создана установка для сканирования объектов.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные показатели: внешние габариты поворотного стола: $\varnothing 300$, высота 50 мм. Изделия предназначены для эксплуатации внутри помещения и при нормальных условиях.

Степень внедрения – проект.

В результате работы представлена модель поворотного стола для 3D сканирования объектов.

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей научно исследовательской работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1. ГОСТ 2.105—95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам
2. ГОСТ 2.111—68 Единая система конструкторской документации. Нормоконтроль.
3. ГОСТ 6.38—90 Унифицированные системы документации. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов
4. ГОСТ 7.32—2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и современному освещению жилых и общественных зданий.
6. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

Оглавление

РЕФЕРАТ	1
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	11
ВВЕДЕНИЕ.....	14
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	15
2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	23
2.1. Принципиальная схема	23
2.2. Расчетная схема.....	24
2.3. Математическая модель.....	24
2.4. Структурная схема	25
Результат	27
Вывод	27
3. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ В ПРОГРАММЕ AGISOFTPHOTOSCAN	32
4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	36
Введение.....	36
4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	37
4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	37
4.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	38
о Поворотный стол SA автоматический (в таблице обозначен «2»);	38
4.1.3 Технология QuaD	39
4.1.4 SWOT-анализ.....	40
4.2. Планирование научно-исследовательских работ	41
4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	41
4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования. Определение трудоемкости выполнения работ.....	43
4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.....	44
4.3. Бюджет научно-технического исследования.....	47
4.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.	48
4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы	50
4.3.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.	51
4.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	52
4.3.5. Накладные расходы.....	53
4.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.	54
4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	54
Вывод	56
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	57

Введение.....	57
5.1. Техногенная безопасность.....	58
5.1.1. Требования и показатели микроклимата	58
5.1.2. Требования к уровню шума на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ.....	63
5.1.3. Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ.....	64
5.1.4. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ	66
5.1.5. Эргономика рабочего места	67
5.2. Региональная безопасность	72
5.3. Защита литосферы.....	72
5.4. Защита в ЧС.	73
5.5. Пожарная безопасность.	73
5.6. Требования по обеспечению пожарной безопасности.	76
5.7. Охрана окружающей среды.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время диагностика оборудования вышла на новый этап развития. Одним из способов диагностирования является фотограмметрия. При помощи фотограмметрии можно, не разбирая оборудование, смоделировать труднодоступные узлы. Например, при помощи сканеров, использующих структурированный свет, или лазерных сканеров. Также широкое распространение принимает возможность 3D-прототипирования объектов со сложной поверхностью с минимальной затратой времени. Фотограмметрия позволяет минимализировать временные затраты на создание 3D модели.

Самый простой способ – моделирование на основе фотоизображений объекта.

Поэтому актуальным стоит вопрос создания устройства, помогающего упростить процесс съемки изображений, а также повысить качество съемки. Поворотный стол в этом плане обладает рядом преимуществ. Таких как, простота изготовления, установка является бюджетным вариантом лазерных сканеров, сканеров использующих структурированный свет, а также мобильность установки.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Фотограмметрия — научно-техническая дисциплина, занимающаяся определением формы, размеров, положения и иных характеристик объектов по их фотоизображениям. Первоначально фотограмметрия активно применялась в геодезии. Именно желание запечатлеть местность в перспективе и преобразовать полученное изображение в план подтолкнуло к созданию специальных приспособлений, позволяющих получить более точные сведения о местности. Таким приспособлением стала камера-обскура* и, позже, камера-клара. “Швейцарец М.А.Каппелер (M.A.Cappeler) в 1725 г. нарисовал две панорамные картины с целью составления карты горного массива Пилатус. Для этого он впервые использовал принцип пространственной засечки, названной впоследствии фотограмметрической” (Б.В.Краснопевцев, “Фотограмметрия”). Они были своего рода прообразом фотокамеры. Одним из недостатков камер была недолговечность полученного изображения. Тогда встала задача: найти способ закрепления для длительного хранения изображения, полученного в камере-обскура. Так появилась фотография и стереография. Фотографии стали применять для создания топографических карт. Так же в этом деле помогло стремительное развитие авиации.

Методы фотограмметрии находят применение не только в топографии, но и в других областях науки и техники:

- Для изысканий и проектирования различного рода линейных сооружений (автомобильных и железных дорог, трубопроводов, линий электропередачи и т.д.). В этих случаях обычно составляют изыскательские планы, которые могут иметь меньшую точность и условную систему координат, фотосхему полосы местности и профиль местности, построенный по измерениям снимков;

- В строительстве при определении качества строительства, повышении надежности и долговечности промышленных и гражданских сооружений и т.д.;
- В геологоразведочных работах. Аэро- и космические снимки позволяют по данным дешифрирования более рационально подойти к выбору территорий, перспективных для поиска и разведке полезных ископаемых, наметить точки для бурения скважин и определить их координаты;
- В геофизике для получения координат и высот заданных точек местности и определения топографических поправок в измеренные значения силы тяжести;
- В архитектуре при производстве обмеров, составлении планов фасадов, изготовлении объемных моделей, съемке и воспроизведении архитектурных памятников, изучении и измерении архитектурных композиций, скульптур и т.д.
- В горном деле для съемки открытых горных разработок с составлением маркшейдерских планов карьеров, дражных участков, бульдозерных полигонов, складов готовой продукции и т.д.;
- В географических исследованиях (изучение ледников, селей, оползней и др.);
- При картировании дна и получении глубин шельфа, изучении морского волнения, определении скорости и направления течения в открытом море;
- В медицине и хирургии для диагностики и лечения заболеваний отдельных органов человека, а также для обнаружения в организме посторонних предметов и опухолей;
- В военном деле и т.д. (по данным А.Г.Карманова “Фотограмметрия”)

В сущности, фотограмметрию можно поделить на два направления: создание карт и планов Земли (и других космических объектов) по снимкам (фототопография), и наземная, прикладная фотограмметрия.

Наземная фотограмметрия это один из разделов фотограмметрии, в котором изучаются методы получения и фотограмметрической обработки изображений объектов, получаемых съемочными системами с точек земной поверхности.



Рисунок 1. Пример применения наземной фотограмметрии в автомобилестроении

Также в настоящее время набирает обороты применение фотограмметрии в дизайне, создании компьютерных игр или фильмов. Разрабатываются приложения и программы для обработки данных. Достаточно иметь под рукой цифровой фотоаппарат, программу и сам объект.

Компания Autodesk, разработала облачный сервис под названием 123D Catch, который позволяет в автоматическом режиме построить 3D модель объекта по набору фотоизображений. Еще одна программа, достаточно простая в обращении, AgisoftPhotoScan. Данная программа позволяет получить 3D модель объекта, используя приложение в телефоне. Все, что необходимо, это установить приложение, сфотографировать объект с различных точек в пространстве и после скачать обработанную модель через компьютер.

Типичная установка фотосъемки фотограмметрии

Если нет нескольких камер, есть два стандартных способа настройки фотосессии для фотограмметрии. Первый – камера устанавливается на штатив и поворачивается непосредственно сам объект, используя поворотный стол или офисное кресло. Второй способ - поставить объект в центр, и затем перемещать с камеру вокруг снаружи, фотографируя. Оба метода имеют свои плюсы и минусы. И оба подходят для разных сценариев. Лучше снимать дополнительные фотографии, чтобы убедиться в наличии достаточного количества углов. Слишком много изображений может перегружать программное обеспечение (особенно если недостаточно системной памяти), но дополнительные изображения позволят выбрать лучшие кадры.

Способ «прогулка вокруг»:

Объект съемки помещается так, чтобы было достаточно места, чтобы можно было обойти вокруг. Также объект должен быть достаточно освещен, чтобы тень от камеры либо какая-либо другая не попадали на модель. Камеру необходимо установить на такой высоте, чтобы в кадре полностью просматривался объект. Если объект сложной формы, зачастую добавляют несколько уточняющих снимков, установив камеру на другой высоте.

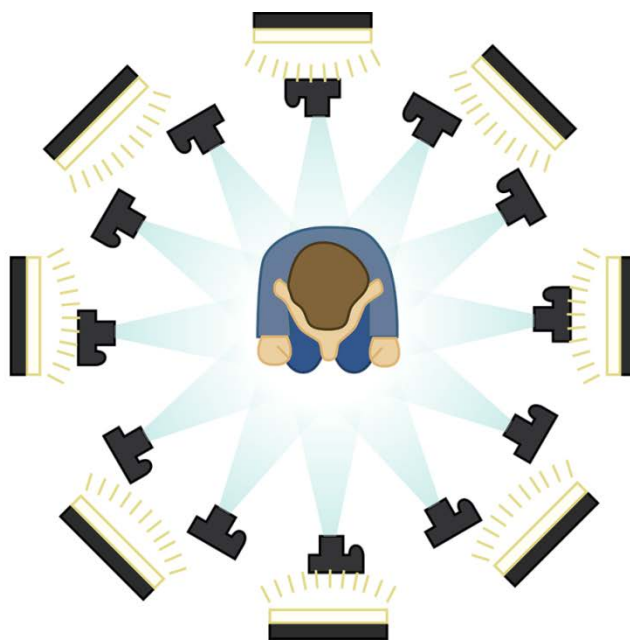


Рисунок 2. Метод "прогулка вокруг"

Перед началом съемки необходимо проверить все настройки камеры, настроить фокус и выдержку. Снимать объект приблизительно через каждые 10-15°.

Метод «вращения объекта»:

Для такого метода можно применять любую вращающуюся поверхность, например поворотный стол или офисный стул.

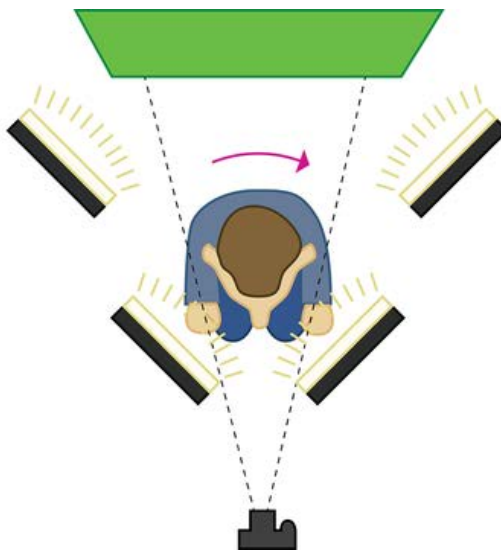


Рисунок 3. Метод "вращение объекта"

Камера устанавливается на штатив на необходимой высоте. При необходимости настроить освещение.

Так же, как с любым другим методом, положение камеры устанавливается на такую высоту, что даст хорошее представление о важных особенностях объекта.

В среднем лучше сделать от 20 до 60 фотографий. Слишком много фотографий могут захлестнуть программное обеспечение, поэтому перед загрузкой изображений необходимо ознакомиться и удалить плохие и избыточные кадры.

Метод «вращения объекта» проще в настройке, если используется искусственное освещение. А также быстрее повернуть объект, чем перемещать камеру. Также делает проще использовать зеленый экран, так как он остается в одном месте.

Принципы получения 3D модели методом фотограмметрии:

Сначала производится съемка объекта со всех сторон, а затем делаются более детальные виды (если требуется);

Объект должен быть неподвижен. Можно либо перемещаться вокруг него, либо вращать сам объект;

Каждый последующий кадр должен накладываться/пересекать предыдущий.

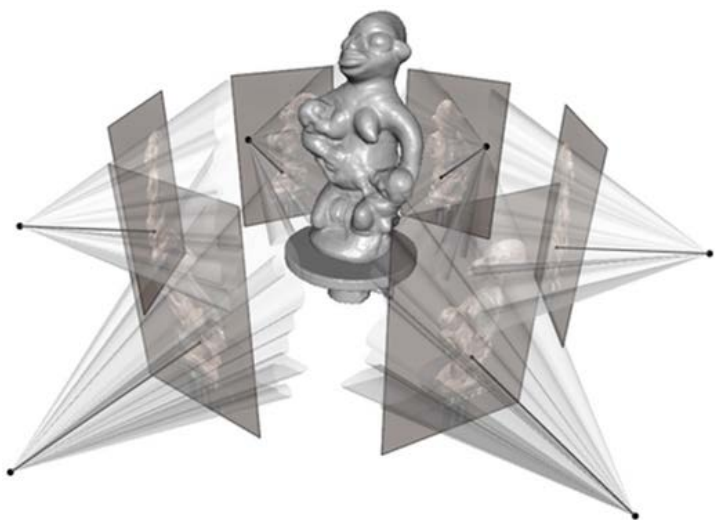


Рисунок 4. Пример фотосъемки объекта

В некоторых случаях, возможно именно вращение самого объекта при неподвижной камере. Для этого есть поворотные столы, обладающие способностью постепенно поворачиваться на определенный угол после каждой съемки. Также необходимо настроить камеру на непрерывную съемку в определенном временном режиме, либо вручную.

Достоинства фотограмметрии:

- Высокая точность измерений;
- Высокая степень автоматизации процесса измерений и связанная с этим объективность их результатов;
- Большая производительность (поскольку измеряются не сами объекты как таковые, а лишь их изображения);
- Возможность дистанционных измерений в условиях, когда пребывание на объекте небезопасно для человека. (А. Н. Лобанов, «Фотограмметрия»)

Поэтому фотограмметрия весьма популярна в настоящее время.

Одним из примеров применения фотограмметрии в машиностроении можно привести устройство для бесконтактных измерений геометрических параметров объекта в пространстве. При реализации способа на поверхности объекта выделяют одну и/или более обособленную зону, для которой можно заранее составить несколько разных упрощенных математических параметрических моделей на основании заранее известных геометрических закономерностей исследуемого объекта, характеризующих форму, положение, движение, деформацию. Наносят маркеры на поверхность объекта, группируя по обособленным зонам в обособленные группы. Далее регистрируют изображения центральной проекции указанных маркеров. И на их основании с учетом заранее известных геометрических закономерностей исследуемого объекта и с использованием методов многомерной минимизации расхождений определяют искомые геометрические параметры объекта. Технический результат - повышение точности и достоверности измерений геометрических параметров объекта при использовании одной камеры, особенно в условиях стесненного окружающего пространства и ограниченного оптического доступа. Изобретение относится к области

оптических бесконтактных измерений геометрических параметров формы, положения, движения и деформации объектов в пространстве, в частности, к ближней фотограмметрии и видеограмметрии, и может применяться в научных исследованиях, в машиностроении, строительстве, медицине, и в других областях для измерений геометрических параметров объектов в условиях стесненного окружающего пространства и ограниченного оптического доступа (патент на изобретение RU 2 551 396 C1/ 06.11.2013 /Кулеш Владимир Петрович).

Наиболее простым средством для создания 3D-модели посредством фотограмметрии является поворотный стол и наличие фотокамеры.

Принцип работы поворотного стола заключается в создании последовательности снимков предмета, вращающегося на платформе, с последующей обработкой этих снимков в ПО.

Процесс съемки практически ничем не отличается от обычной предметной фотографии. Предмет устанавливается на поворотный стол, выставляется свет, осуществляется настройка камеры. Отличие заключается только в том, что вместо одного фотоснимка предмета система производит заданное количество снимков, вращая установленный на платформе предмет.

Поворотный стол достаточно прост в использовании и одним из достоинств является возможность изготовить его самостоятельно.

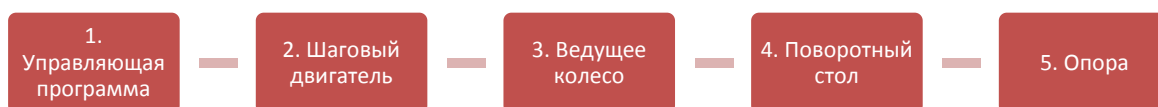
2. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ

2.1. Принципиальная схема



Рисунок 5. Пример поворотного стола (автоматический – слева, разработанный – справа)

Таблица 1. Принципиальная схема



Поворотный стол грузоподъемностью до 1 кг.

Диаметр вращающегося диска - 300 мм

Шаговый двигатель:

FL20STH30-0604A

Момент инерции ротора $J=0,18 \text{ г*см}^2$

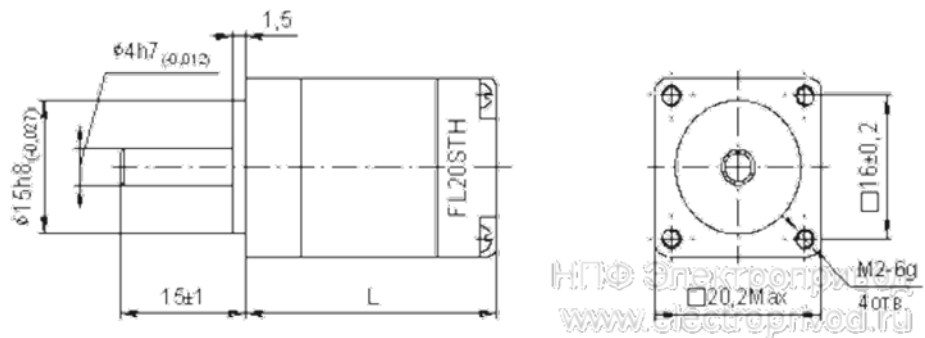


Рисунок 6. Габаритные и присоединительные размеры

2.2. Расчетная схема

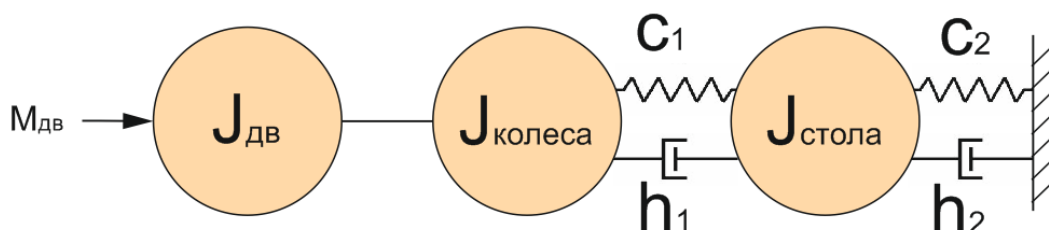


Рисунок 7. Расчетная схема

Двигатель с ведущим колесом жестко закреплены. Можно считать систему двухмассовой, но необходимо учитывать момент инерции двигателя и момент инерции ведущего колеса.

2.3. Математическая модель

На основе расчетной схемы можно составить систему уравнений:

$$\begin{cases} M_{\text{дв}} = M_1 + h_1(\omega_1 - \omega_2) + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) \\ h_1(\omega_1 - \omega_2) + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) = M_2 + h_2\omega_2 + c_2\varphi_2, \end{cases}$$

Где $M = J \cdot \varepsilon$

h – коэффициент демпфирования

c – коэффициент жесткости

$$\varepsilon_1 = \frac{M_{\partial\partial} - h_1(\omega_1 - \omega_2) - c_1(\varphi_1 - \varphi_2)}{J_{\partial\partial} + J_{\text{кол}}}$$

$$\varepsilon_2 = \frac{h_1(\omega_1 - \omega_2) + c_1(\varphi_1 - \varphi_2) - h_2\omega_2 - c_2\varphi_2}{J_{cm}}$$

$$J = \frac{1}{2}mR^2 \quad \Rightarrow$$

$$J_{\text{дв}} = 0,2 \cdot 10^{-7} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_2 = 7,747 \cdot 10^{-5} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

$$J_3 = 120,4 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

2.4. Структурная схема

На основе расчетной схемы составлена структурная схема системы в MatLAB

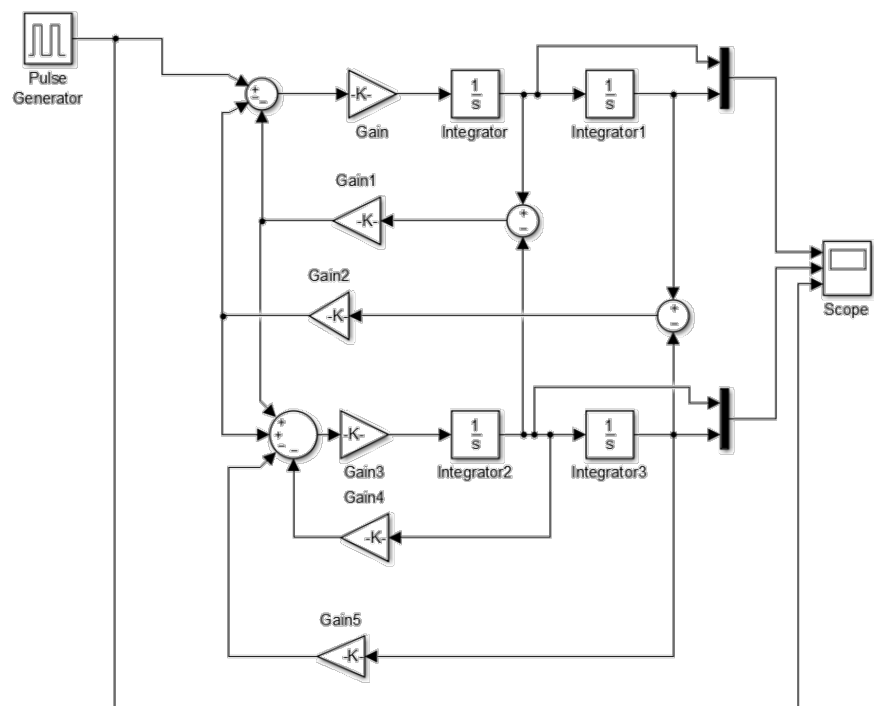


Рисунок 8. Структурная схема

Результат

Полученный результат можно увидеть на рисунке 7

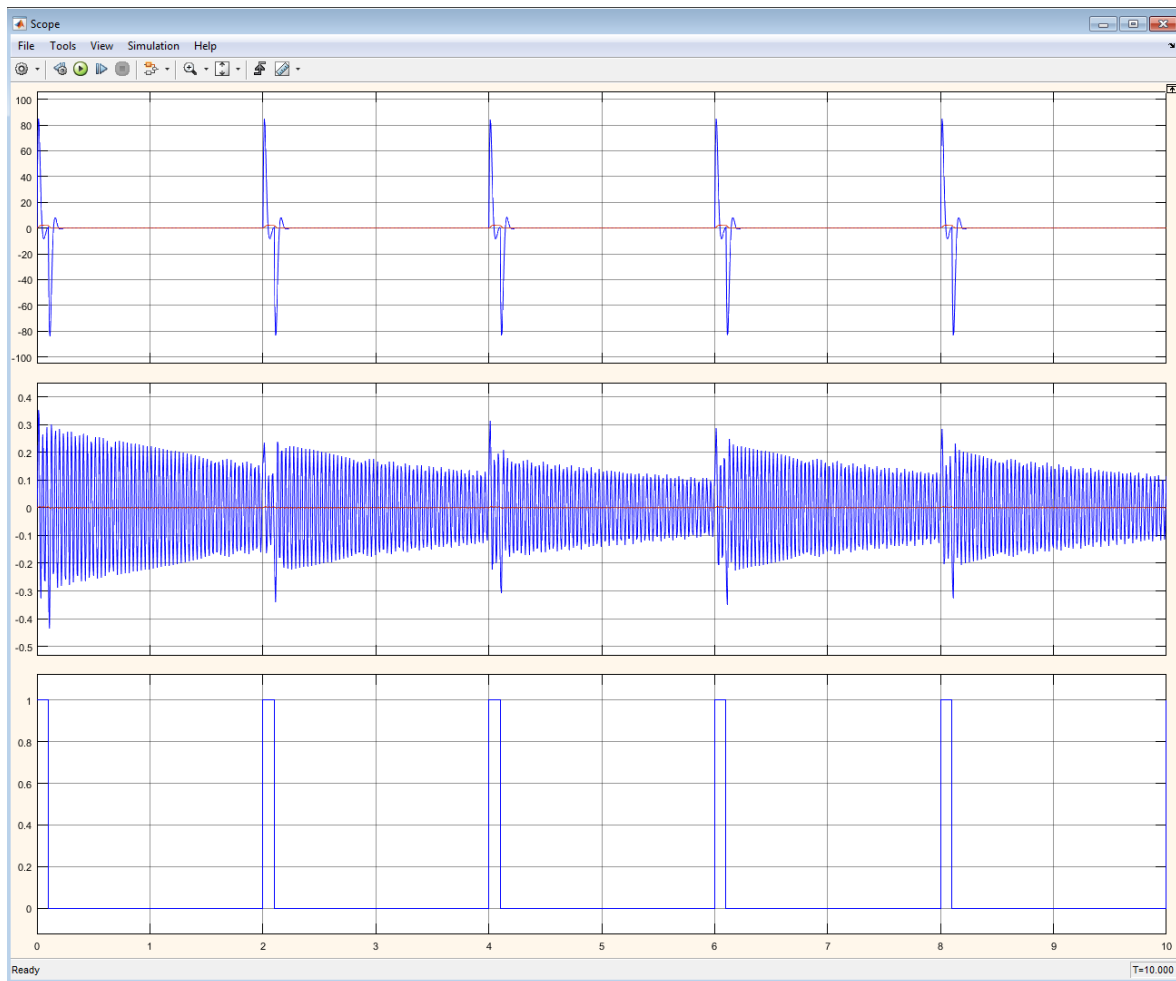


Рисунок 9. Результат

На графике 1: Угловая скорость и угловое ускорение для первой массы

На графике 2: Угловая скорость и угловое ускорение для второй массы

На графике 3: Сигнал, поступающий от двигателя

Вывод

Полученная математическая модель позволяет правильно подобрать необходимые коэффициенты жесткости для системы, в особенности при учете жесткости пружины, которая прижимает ведущее колесо к вращающемуся диску.

Выл выбран шаговый двигатель FL20STH30-0604A (рис. 1) Характеристики привода приведены в таблице 1.



Рисунок 10. ШД FL20STH30-0604A

Таблица 2. Характеристики ШД

Параметры	Обозначение	Величина	Единицы измерения
Крутящий момент	M	0,18	$кг \cdot см^2$
Длина	L	45	мм
Рабочий ток	A	0,6	A
Момент инерции ротора	J	0,2	$г \cdot см^2$
Шаг		1,8	градус, °

В конструкции стола были установлены следующие подшипники:

Опорные ролики (рисунок 11): Радиальный шариковый подшипник SKF 625–Z

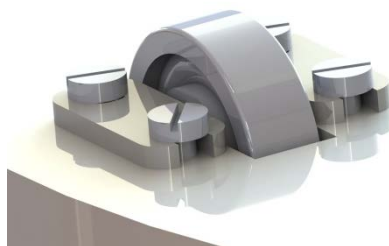


Рисунок 11. Опорный ролик

Ось стола: Радиально-упорный шариковый подшипник 6024.

Параметры подшипников приведены в таблице 2.

Таблица 3. Параметры подшипников.

Подшипник	Параметр	Обозначение	Величина	Единица измерения
SKF 625–Z	Внутренний диаметр	d	5	мм
	Внешний диаметр	D	16	мм
	Ширина	B	5	мм
	Динамическая грузоподъемность	C	1,1	кН
	Статическая грузоподъемность	C ₀	0,38	кН
	Внутренний диаметр	d	4	мм
6024	Внешний диаметр	D	13	мм
	Ширина	B	5	мм
	Динамическая грузоподъемность	C	0,9	кН
	Статическая грузоподъемность	C ₀	2,2	кН
	Внутренний диаметр	d	4	мм
	Внешний диаметр	D	13	мм

Система управления

Для управления поворотным столом воспользовались решением компании Arduino.

В комплект управления входит:

- Контроллер ArduinoUno. Плата является основным элементом блока управления.
- Драйвер шагового двигателя KEYES A4988 .Используется для управления шаговым двигателем.
- Блок питания 12В.

Контроллер ArduinoUno приведен на рисунке 5.

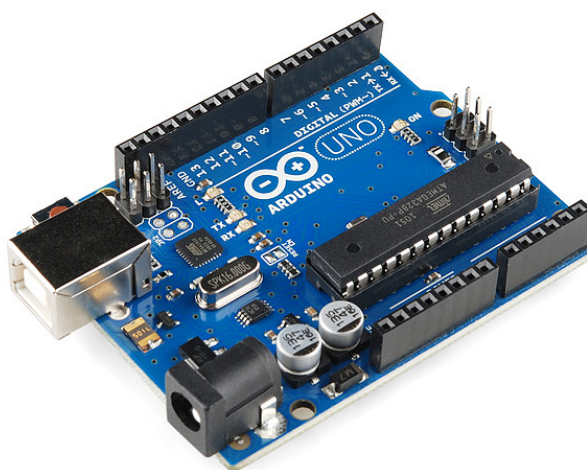


Рисунок 12. Контроллер ArduinoUno

Принцип работы: управляющий сигнал (аналоговый выход) подается на драйвер шагового двигателя, после чего данный сигнал усиливается и принимает требуемую форму, необходимую для работы ШД (импульсное воздействие).

3D-модель спроектированного поворотного стола приведена на рисунке

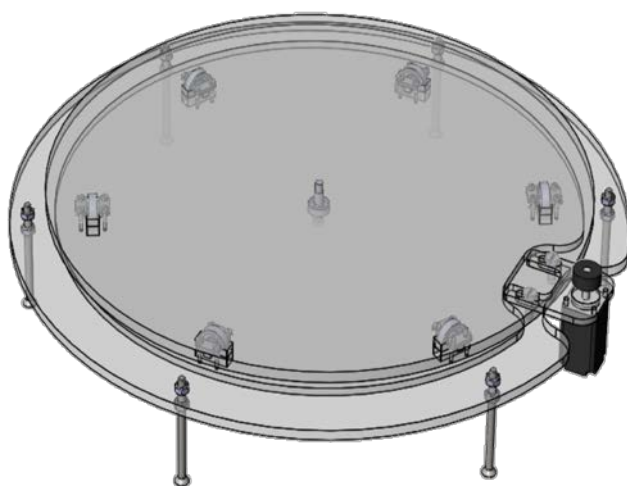


Рисунок 13. Модель поворотного стола

3. СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ В ПРОГРАММЕ AGISOFTPHOTOSCAN

Алгоритм создания 3D модели.

1. Объект разместить на поворотном столе
2. Фотокамеру необходимо надежно закрепить таким образом, чтобы объект съемки занимал большую часть каждого снимка. Следует отдавать предпочтение объективам с фиксированным фокусным расстоянием.
3. Фотографии позволяют создать облако точек в программе.

Для проверки точности создаваемой модели была выбрана программа AgisoftPhotoScan. Для сравнения возьмем две модели, снятые в различных условиях. Для первой модели задано плохое освещение, малое количество фотографий и фотоаппарат с плохим качеством фото, для второй – большее количество кадров и фотоаппарат с хорошим разрешением.

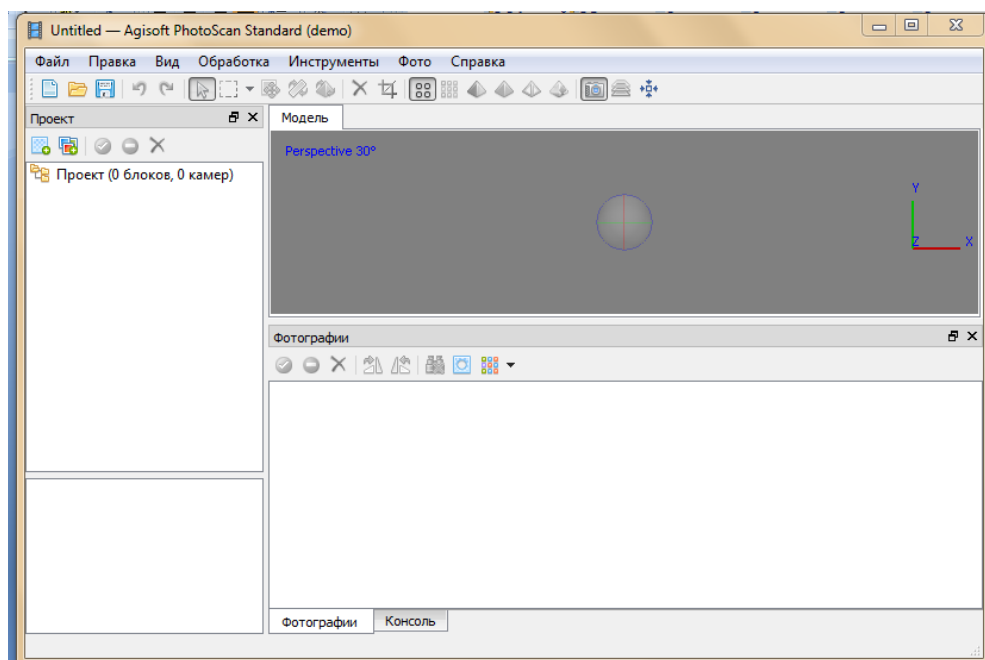


Рисунок 14. Интерфейс программы

Построение 3D модели в программе Agisoft PhotoScan.

1 этап: добавить фотографии

Для добавления фотографий выберите в меню *Обработка* пункт *Добавить*. Или нажмите кнопку *Добавить фотографии* на вкладке *Проект* в рабочей области программы. В диалоговом окне *Добавить фотографии* укажите путь к папке с фотографиями, выделите файлы, которые необходимо добавить и нажмите кнопку *Открыть*.

2 этап: выравнивание фотографий

На этом этапе PhotoScan определяет положение камер и строит разреженное облако точек на основании фотографий. В меню *Обработка* выберите пункт *Выровнять фотографии*

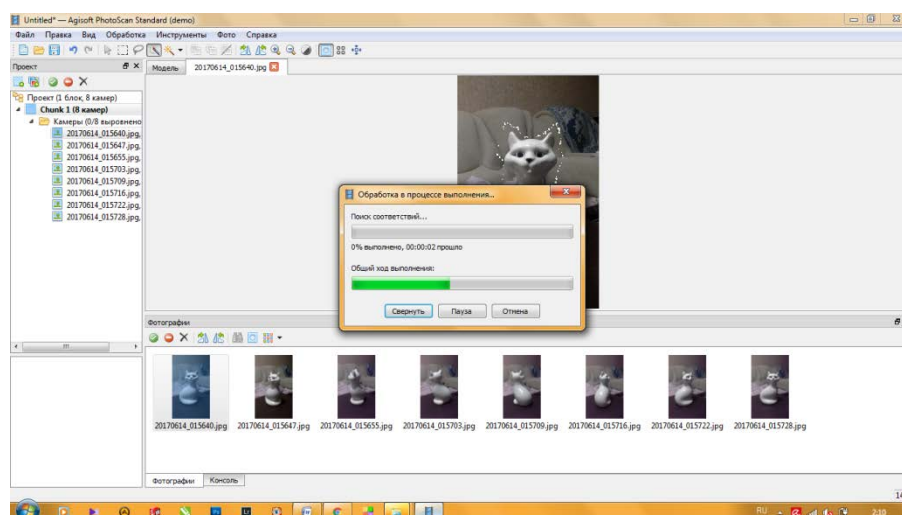


Рисунок 15. Выравнивание фотографий по положению камеры

3 этап: построение плотного облака точек.

Обработка – Построить плотное облако

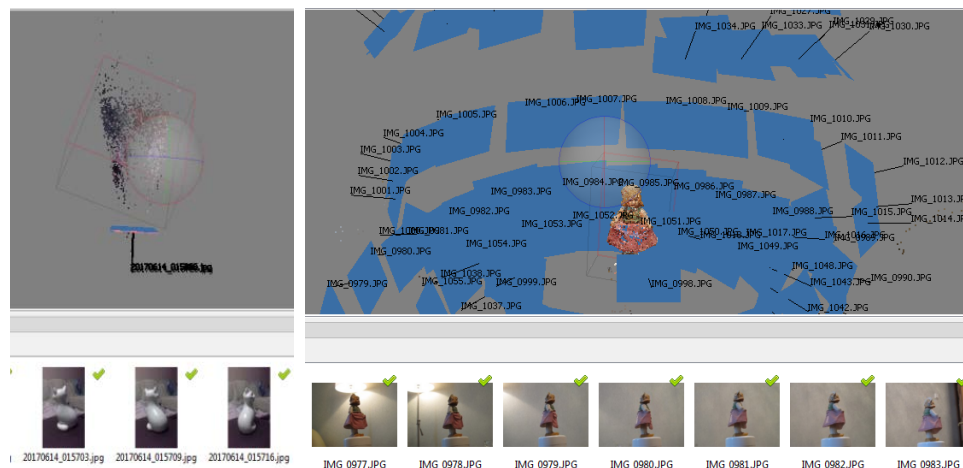


Рисунок 16. Облако точек

Как видно на рисунке 15 плотность облака точек разная для различных моделей. Это зависит от качества изображений, количества кадров и освещения. А также большое влияние оказывает цвет и текстура материала модели. Программа также визуально указывает все фотографии, с которых построена модель.

4 этап: построение полигональной модели

На основании полученного плотного облака точек можно построить трехмерную полигональную модель.

Выберите пункт *Построить модель* в меню *Обработка*

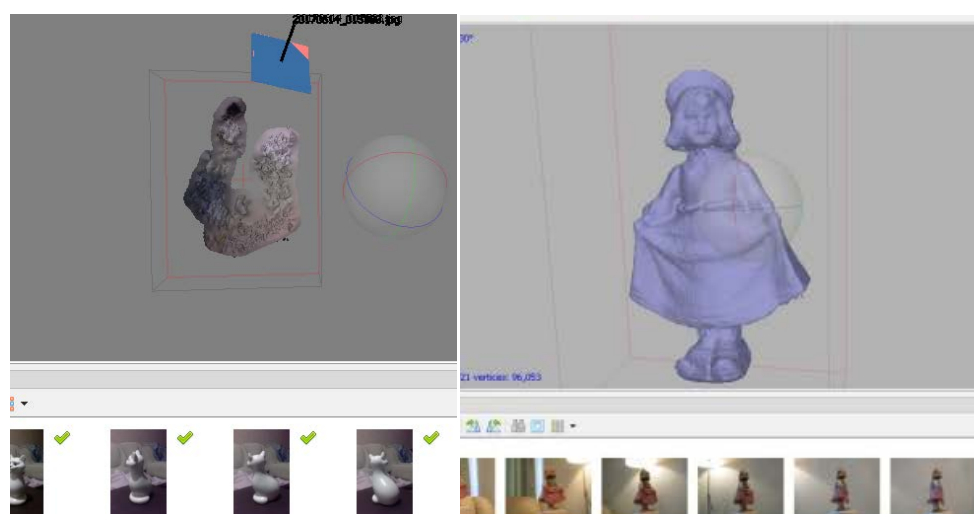


Рисунок 17. Полигональная модель

Качество полигональной модели зависит от качества выполнения предыдущих этапов. Как видно на рисунке 16 слева, из неясного облака точек модель совсем не получилась ввиду того, что программе было недостаточно кадров для полного представления объема модели. Тогда как вторая модель весьма точно передает информацию о первоначальном объекте.

5 этап: построение текстуры

В случае, если далее предполагается использовать не текстурированную модель, этот этап может быть пропущен. Выберите пункт *Построить текстуру* в меню *Обработка*

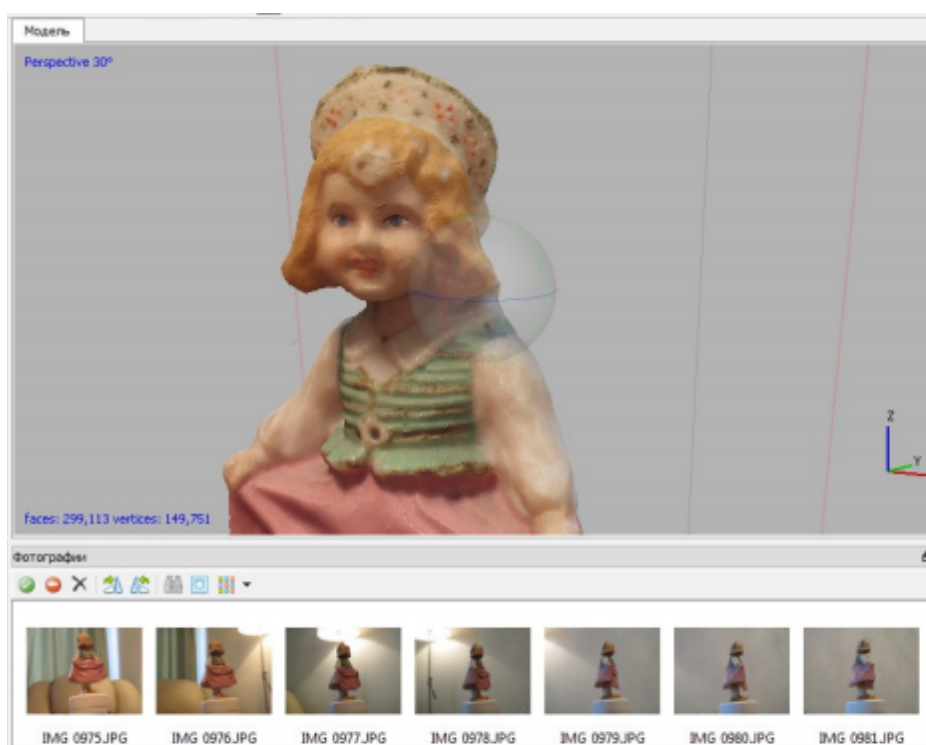


Рисунок 18. Готовая модель

4. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕССУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Введение

В данном разделе ВКР выполняется анализ и расчет основных параметров для реализации успешных конкурентоспособных изделий, которые бы приносили доход и являлись не только коммерчески привлекательным продуктом, но и соответствовали требованиям ресурсосбережения и ресурс эффективности.

В качестве изделия, которое планируется запускать на рынок, является поворотный тол для 3D моделирования объектов.

Необходимо понимать, что данный продукт не только обязан привлекать клиента внешне по своим эстетическим параметрам, но и при этом функционально соответствовать форме, его стоимость должна быть приемлемой, он должен выдерживать конкуренцию на рынке. Также проводится оценка срока выхода изделия.

Для того чтобы решить ряд задач, связанных с финансовой оценкой продукта, его ресурсоэффективности и ресурсосбережение, в данном разделе ВКР нужно:

- провести анализ и исследования рынка покупателей;
- рассмотреть и исследовать разработки конкурентных решений;
- провести SWOT-анализ;
- подобрать возможные альтернативы научного исследования;
- провести планирование НИР.

4.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Произведем анализ рынка потенциальных потребителей. Данный продукт направлен на группу людей, которые обеспечены финансово, т.к. является единичным продуктом. Также он привлекает внимание молодых людей и людей/организаций, заинтересованных в покупке оборудования для упрощенного 3D-моделирования. Все эти группы являются целевым рынком. Изделие направлено для продажи физическим лицам, где главными критериями сегментирования являются возраст и уровень дохода (выбираются два наиболее значимых для рынка), а также коммерческим и некоммерческим организациям. В связи с этим строится карта сегментирования рынка.

Таблица 4 – Карта сегментирования рынка

	Низкий	Средний	Высокий
Люди, интересующиеся 3D моделированием в частном порядке			
Небольшие предприятия			
Крупные организации			

В данном примере показано, где уровень конкуренции отсутствует или имеет низкие показатели. Видно, что основная целевая аудитория – это финансово обеспеченные люди. Из этого следует, что производство устройств для 3D-моделирования должно быть нацелено на людей с низким и средним доходом, т.к. именно эти сегменты не заняты на нише рынка.

4.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Необходимо произвести анализ конкурентных разработок для того, чтобы оценить возможности противостоять конкуренции со стороны других производителей похожих продуктов.

В качестве основных конкурентных технических решений были выбраны следующие разработки:

- Поворотный стол М-40 с ручным вращением (в таблице обозначен как «1»);
- Поворотный стол SA автоматический (в таблице обозначен «2»);
- Автоматическая поворотная платформа с электронным управлением (в таблице обозначен как «3»);

Результаты конкурентного анализа приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _с	Б _{к1}	Б _{к2}	К _с	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	10	10	6	5	100	60	50
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	8	4	5	8	32	40	64
3. Энергоэкономичность	6	6	6	5	36	36	30
4. Надежность	9	7	9	9	63	81	81
6. Безопасность	8	8	8	8	64	64	64
7. Простота эксплуатации	7	7	7	7	49	49	49
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	10	10	10	10	100	100	100
3. Цена	7	7	5	4	49	35	28
Итого:	100	59	56	56	493	430	466

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i, (1)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

4.1.3 Технология QuaD

Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений приведена в таблице 6:

Таблица 6 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес	Баллы	Мак- сималь- ный балл	Относитель- ное значение	Средне- взвешенно е значение
Показатели оценки качества разработки					
1. Эстетика	0,35	90	100	0,9	31,5
2. Простота эксплуатации	0,19	70	100	0,7	13,3
3. Потенциал разработки	0,17	65	100	0,65	11,05
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
1. Конкурентоспособность на рынке	0,09	80	100	0,8	7,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,03	60	100	0,6	1,8
3. Цена	0,08	70	100	0,7	5,6
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	40	100	0,4	3,6
5. Послепродажное обслуживание	0,07	70	100	0,7	4,9
Итого:	1	690		6,9	78,95

Оценка качества перспективности по технологии QuaD определяется по формуле:

$$П_{ср.} = \sum B_i \cdot B_i, (2)$$

где $P_{\text{ср}}$ – средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – баллы.

Перспективность данной разработки оценивается как выше среднего, т.к. $P_{\text{ср}}$ лежит в интервале от 60 до 79.

4.1.4 SWOT-анализ

Первый этап. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз.

Результаты первого этапа представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Результаты первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны С1. Использование новой и свежей идеи. С2. Доступные материалы . С3. Простота конструкции.	Слабые стороны Сл1. Индивидуальные вкусовые предпочтения.
Возможности В1. Тенденция к увеличению популярности эксклюзивных дизайн-решений.	В2С1Сл3: Продукт легко войдет на рынок за счет того, что сейчас наиболее востребованы смелые и новаторские дизайн-решения и идеи.	У1Сл1: Из-за отсутствия финансирования разработка данного проекта может прекратиться и не раскрыть своего потенциала.
Угрозы У1. Отсутствие мотивации (в том числе и материальной) к дальнейшему развитию проекта У2. Развитая конкуренция.		

Интерактивная матрица проекта представлена в таблицах 7а, 7б:

Таблица 7а – Интерактивная матрица проекта (сильные стороны)

	C1	C2	C3
B1	+	-	-

Таблица 7б – Интерактивная матрица проекта (слабые стороны)

	Сл1	Сл2	Сл3
У1	-	-	+
У2	+	-	+

4.2. Планирование научно-исследовательских работ

4.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования представлен в таблице 9:

Таблица 9 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№	Содержание работ	Исполнитель
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Научный руководитель
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель, студент
	3	Изучение уже существующих решений в данной области	Студент
Выбор направления исследований	4	Проведение литературно- патентного обзора	Студент
	5	Выбор направления исследований	Руководитель, студент
	6	Календарное планирование работ по теме	Руководитель, студент
	7	Создания 3D модели	Студент
	8	Математическая модель	Студент

Теоретические и экспериментальные исследования	9	Исследование по части «Социальная ответственность»	Студент, координатор по части «Социальная ответственность»
--	---	--	--

Продолжение таблицы 9

Обобщение и оценка результатов	10	Исследование по части «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Студент, координатор по части «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»
	11	Оценка результатов	Студент, руководитель
	13	Оценка эффективности полученных результатов	Студент, руководитель
	14	Оценка целесообразности проведения дальнейших исследований по данной теме	Студент, руководитель

4.2.2 Разработка графика проведения научного исследования. Определение трудоемкости выполнения работ

Для заполнения таблицы 8 необходимо рассчитать ряд формул:

Ожидаемое значение трудоемкости по следующей формуле:

$$t_{ож, i} = \frac{(3t_{mini, i} + 2t_{maxi, i})}{5}; \quad (3)$$

где $t_{ож, i}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы.

Продолжительность каждой работы в рабочих днях:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож, i}}{Ч_i}; \quad (4)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб.дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе.

Длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал}; \quad (5)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -ой работы в календарных днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности;

Коэффициент календарности:

$$\square_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}}; (6)$$

где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

4.2.3. Разработка графика проведения научного исследования.

В данной части раздела необходимо наглядно продемонстрировать график проведения научных работ по теме ВКР. Наиболее подходящим для этого является форма диаграммы Ганта. Диаграмма Ганта представляет собой горизонтальный ленточный график, на котором каждый вид работы по теме представляется протяженным во времени отрезком, характеризующимся датой начала и окончания выполнения данной работы. Для удобства, необходимо длительность каждой из работ из рабочих дней перевести в календарные дни, воспользовавшись следующей формулой:

Таблица 10 – Временные показатели научного исследования

№	Содержание работ	Мин. время выполнения (дн.)			Макс. время выполнения (дн.)			Ожидаемая трудоемкость выполнения,			Длительность работ в рабочих днях			Длительность работ в календарных днях		
		И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3	И1	И2	И3
1	Разработка ТЗ (Р)	1	2	1	2	3	2	1,4	2,4	1,4	1,4	2,4	1,4	2	4	2
2	Изучение материала (С)	2	3	4	3	4	5	2,4	3,4	4,4	2,4	3,4	4,4	4	6	7
3	Патентное исслед. (С)	3	3	5	5	5	6	3,8	3,8	5,4	3,8	3,8	5,4	6	6	9
4	Выбор напр-я исслед. (Р+С)	1	1	2	3	2	3	1,8	1,4	2,4	0,9	0,7	1,2	2	1	2
5	Календарное планирование работ по теме (Р+С)	1	2	1	2	3	2	1,4	2,4	1,4	0,7	1,2	0,7	1	3	1
6	Проведение теор. расчетов (С)	3	5	4	5	7	6	3,8	5,8	4,8	3,8	5,8	4,8	6	10	8

(Р)-Руководитель, (Р и С)-Руководитель и студент;

Продолжение таблицы 10

7	Разработка 3D модели (С)	7	5	6	10	7	10	8,2	5,8	7,6	8,2	5,8	7,6	14	10	13
8	Разработка математической модели (С)	5	4	5	10	8	9	7	5,6	6,6	7	5,6	6,6	12	9	11
9	Оформление отчета (С)	10	12	15	14	15	17	11,6	13,2	15,8	11,6	13,2	15,8	19	22	26
10	Подведение итогов работы (Р+С)	1	1	1	2	2	2	1,4	1,4	1,4	0,7	0,7	0,7	1	1	1
Итого											40,5	42,6	48,6	66	71	79

(Р)-Руководитель, (Р и С)-Руководитель и студент,

$$\square_{\square\square} = \square_{p\square} \cdot \square_{\text{кал}}, \quad (7)$$

где $\square_{\square\square}$ – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

$\square_{p\square}$ – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$\square_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$\square_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (8)$$

$$\square_{\text{кал}} = 365 / 365 - 91 - 55 = 1,67$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитанные значения необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения занесены в таблицу 9.

На основе таблицы 9 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования.

4.3. Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета ВКР должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета затраты делятся на следующие группы: материальные затраты НТИ; затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ; основная заработная плата исполнителей темы; дополнительная заработная плата исполнителей темы; отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления); затраты научные и производственные командировки; контрагентные расходы; накладные расходы.

Таблица 11 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работ	Исполнители	□□□, кал.д н.	Продолжительность выполнения работ												
				февр.		март			апрель			май			июнь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Разработка ТЗ	Руковод.	2		▨											
2	Изучение материала	Студент	7		■											
3	Патентное исслед.	Студент	9			■	▨									
4	Выбор напр-я исслед.	Руковод. Студент	2				■									
5	Календарное планирование работ по теме	Руковод. Студент	1				▨ ■									
6	Проведение теор. расчетов	Студент	8					■								
7	Разработка 3D модели	Студент	13						■	■						
8	Разработка математическ ой модели	Студент	11								■	■				
9	Оформление отчета	Студент	26									■	■	■	▨	
10	Подведение итогов работы	Руковод. Студент	1											■		

■ – Студент ▨ – Руководитель темы

4.3.1. Расчет материальных затрат НТИ.

Материальные затраты на выполнение ВКР формируются исходя из стоимости всех материалов, используемых при разработке проекта (приобретаемые сырье и материалы, запасные запчасти для ремонта оборудования, упаковка и т.д.). Помимо вышеперечисленных затрат, в материальные затраты также включаются затраты на канцелярские принадлежности, диски, картриджи и т.п. В данном разделе, их учет ведется

только в том случае, если в научной организации их не включают в расходы на использование оборудования или накладные расходы.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + \alpha_m) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot \alpha_{расх_i}, \quad (9)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$\alpha_{расх_i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м²);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

α_m – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, занесены в таблицу 12.

Таблица 12 – Расчет бюджета затрат на приобретение материалов для научных затрат

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, Z_m , руб.
ARDUINO UNO	шт	1	409	409
Шаговый двигатель	шт	1	671	671
Соединительные провода	шт	1	200	200

Акрил прозрачный 560 x 1200 x 10 mm + резка	шт	1	4000	4000
подшипники	шт	7	50	350
Крепеж	шт	25	15	376
Итого				6006

4.3.2 Основная заработная плата исполнителей темы

Эта часть раздела направлена на расчет основной заработной платы для каждого члена рабочей группы. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 –30 % от тарифа или оклада.

$$З_{зн} = З_{осн} + З_{доп} , \quad (10)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата (12-20 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} \cdot T_p , \quad (11)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$З_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб.дн. (табл. 8).

Среднедневная заработная плата определяется по формуле:

$$З_{зн\Box} = \frac{\Box + \Box \cdot \Box}{\Box} , \quad (12)$$

где D - месячный оклад работника (в соответствии с квалификационным уровнем профессиональной квалификационной группы), K - районный коэффициент (для Томска – 30%), F – количество рабочих дней в месяце (в среднем 22 дня).

Оклад руководителя и координатора от ТПУ составляет 16 751 рубль.
Оклад дипломника составляет 6 976,2 руб.

Для руководителя и координаторов по части «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{зн1}} = \frac{16751 + 16751 \cdot 0,3}{22} = 989,8 \text{ руб.}$$

Для дипломника:

$$Z_{\text{зн1}} = \frac{6976,2 + 6976,2 \cdot 0,3}{22} = 634,2 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата исполнителей, непосредственно участвующих в проектировании разработки:

$$Z_{\text{осн.зн}} = \sum t_i \cdot Z_{\text{зн}i}, \quad (13)$$

где t_i - затраты труда, необходимые для выполнения i -го вида работ, в рабочих днях,

$Z_{\text{зн}i}$ - среднедневная заработная плата работника, выполняющего i -ый вид работ, (руб./день).

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 13.

Таблица 13 – Расчет основной заработной платы

Исполни- тель	Ок- лад, руб.	Средняя заработ- ная плата, руб./дн.	Трудоемкость, раб.дн.	Основная заработная плата, руб.
			Исп. 1	Исп.1
Руководитель	16 751	989,8	3,7	3662
Студент	6976,2	412,2	36,8	23338
Итого				27000

4.3.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы.

Дополнительную заработную плату рабочей группы устанавливают, с учетом величины предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат по особым

случаям: отклонение от нормальных условий труда, при совмещении работы с обучением, при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска и т.д. Расчет дополнительной заработной платы производится по следующей формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} , \quad (14)$$

где $k_{доп}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет заработной платы равен:

$$Z_{зп.} = Z_{осн.} + Z_{доп.} , \quad (15)$$

Таблица. 14 – Расчет дополнительной и обычной заработной платы

Исп.	Основная заработная плата, руб.	$k_{доп.}$	Дополнительная заработная плата, руб.	Заработная плата, руб.
	Исп.1		Исп.1	Исп.1
Рук.	3662	0,15	549	4211
Студ.	23338		3500	26838
Итого			4049	31049

4.3.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).

Данная часть раздела рассматривает обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам. Отчисления производятся органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) , \quad (16)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (ПФ, ФСС и пр.).

В соответствии с Федерального закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. Отчисления во внебюджетные фонды рекомендуется представлять в табличной форме (табл. 15).

Таблица 15 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	k _{внеб.} ,%	Заработная плата,	Страховые взносы,
		руб.	руб.
		1	2
Руководитель	30	4211	1263
Студент		26838	8051
Итого:			9314

4.3.5. Накладные расходы.

Накладные расходы рассчитаем как:

$$Z_{накл} = (Z_{внеб} + Z_{доп} + Z_{осн} + Z_{м}) * k_{нр}, \quad (17)$$

где $k_{нр}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы, руб. (50-60%).

Принимаем равный 50%.

Для исполнения 1:

$$Z_{накл1} = (9314 + 4049 + 27000 + 2235) * 0,5 = 21299 \text{ руб.}$$

Для исполнения 2:

$$Z_{накл2} = (9933 + 4318 + 28794 + 2235) * 0,5 = 22640 \text{ руб.}$$

Для исполнения 3:

$$Z_{накл3} = (11123 + 4835 + 32244 + 2235) * 0,5 = 25218 \text{ руб.}$$

4.3.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Рассчитанная величина затрат на проведение научно-исследовательской работы по теме ВКР является основой для формирования бюджета проекта. Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в табл. 16.

Таблица 16 – Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НТИ	1954
3. Затраты по основной з/п	27000
4. Затраты по дополнительной з/п	4049
5. Отчисления во внебюджетные фонды	9314
8. Накладные расходы	21219
9. Бюджет затрат НТИ	63536

4.4. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Интегральный финансовый показатель рассчитывается как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{p,i}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (18)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{p,i}$ – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта.

Используя данные таблицы 13 получаем:

$$\square_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = 0,84$$

$$\square_{финр}^{исп2} = 0,89$$

$$\square_{финр}^{исп3} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности можно определить следующим образом:

$$\square_{p,i} = \sum \square_{i,j} \square_{j,i} , \quad (19)$$

a_i – весовой коэффициент i -го варианта разработки,

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливаемая экспертным путем по выбранной шкале оценивания,

n – число параметров сравнения.

Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности приведен в таблице 15:

где $\square_{p,i}$ – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта разработки,

Таблица 17 – Расчет интегральных показателей ресурсоэффективности

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1
1. Эстетика	0,3	4
2. Помехоустойчивость	0,05	5
3. Энергосбережение	0,10	4
4. Потенциал разработки	0,2	3
Итого:	1	16
I_{pi}		4

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки $I_{исп.i}$ определяется по формулам:

$$I_{исп.i} = I_{р-исп.i} / I_{финр}^{исп.i} \quad (20)$$

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} \quad (21)$$

Сравнительная эффективность разработок приведена в таблице 16:

Таблица 18 – Сравнительная эффективность разработок

Показатели	Исп. 1
Интегральный финансовый показатель разработки $I_{\text{финр}}$	0,95
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки I_p	4
Интегральный показатель эффективности I	4,67
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,0

Вывод

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» был определен целевой рынок, для разрабатываемого устройства. Проведен анализ конкурентов из которого следует, что проектируемое устройство конкурентоспособное. Рассчитаны материальные затраты на изготовление данного устройства, затраты на основной и дополнительной зарплате, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, на основании которых составлен бюджет затрат на НТИ. Произведена сравнительная характеристика эффективности разработки на основании интегрального показателя эффективности.

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Введение

В данном разделе ВКР проведен анализ возможных вредных и опасных факторов при работе за компьютером.

Целью раздела «Социальная ответственность» является изучение оптимальных норм, обеспечивающих производственную безопасность человека, повышение производительности сотрудников, сохранение их работоспособности и хорошего самочувствия в процессе работы, а так же улучшение условий труда и охраны окружающей среды.

Рабочим местом конструктора является помещение, оборудованное компьютером.

Необходимо выявление возможных вредных и опасных факторов процесса разработки проекта, а также разработка мероприятий по предотвращению негативного воздействия на здоровье конструктора, создание условий труда, перечисление организационных и технических мер, предусмотренных для ЧС, а также изучение вопроса охраны окружающей среды.

Организация рабочего места должна соответствовать общепринятым и специальным требованиям техники безопасности, нормам санитарии, экологической и пожарной безопасности.

5.1. Техногенная безопасность

5.1.1. Требования и показатели микроклимата

На восприимчивость организма к вредным веществам оказывают влияние метеорологические условия.

Нормы оптимальных условий устанавливает СанПиН 2.2.4.548 – 96 для категорий работ, разграниченных на основе интенсивности энергозатрат организма в ккал/ч (Вт).

Работа оператора ЭВМ относится к категории Ia – работа с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч (до 139 Вт), производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением.

Санитарные правила устанавливают гигиенические требования к показателям микроклимата рабочих мест производственных помещений с учетом интенсивности энергозатрат работающих, времени выполнения работы, периодов года и содержат требования к методам измерения и контроля микроклиматических условий.

Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранения теплового баланса человека с окружающей средой и поддержание оптимального или допустимого теплового состояния организма.

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, являются:

- Температура воздуха;
- Температура поверхностей¹;
- Относительная влажность воздуха;
- Скорость движения воздуха;
- Интенсивность теплового облучения;

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они

¹ Учитывается температура поверхностей ограждающих конструкций (стены, потолок, пол), устройств (экраны и т. п.), а также технологического оборудования или ограждающих его устройств.

обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах.

Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах должны соответствовать величинам, приведенным в табл. 1, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 1. Оптимальные величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22 – 24	21 – 25	60 – 40	0,1
Теплый	Ia (до 139)	23 – 25	22 – 26	60 – 40	0,1

Перепады температуры воздуха по высоте и по горизонтали, а также изменения температуры воздуха в течение смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С и выходить за пределы величин, указанных в табл. 1 для отдельных категорий работ.

Допустимые микроклиматические условия установлены по критериям допустимого теплового и функционального состояния человека в период 8-часовой рабочей смены. Они не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, не могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в табл. 2, применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года.

Таблица 2. Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений.

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Температура поверхности, °С	Отношение влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
		Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			Для диапазона температур воздуха ниже оптимальных величин, не более	Для диапазона температур воздуха выше оптимальных величин, не более
Холодный	Ia (до 139)	20,0 – 21,9	24,1 – 25,0	19,0 – 26,0	15 – 75	0,1	0,1
теплый	Ia (до 139)	21,0 – 22,9	25,1 – 28,0	20,0 – 29,0	15 – 75	0,1	0,2

В целях защиты работающих от возможного перегревания или охлаждения при температуре на рабочих местах выше или ниже допустимых величин, время пребывания на рабочих местах (непрерывно или суммарно за рабочую смену) должно быть ограничено величинами, указанными в табл. 3 и табл. 4. При этом среднесменная температура воздуха, при которой работающие находятся в течение рабочей смены на рабочих местах и местах отдыха, не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха для соответствующих категорий работ, указанных в табл. 4.

Таблица 3. Время пребывания на рабочих местах при температуре выше допустимых величин.

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч
	Ia – Iб
32,5	1
32,0	2
31,5	2,5
31,0	3
30,5	4
30,0	5
29,5	5,5
29,0	6
28,5	7
28,0	8
27,5	-
27,0	-

Таблица 4. Время пребывания на рабочих местах при температуре воздуха ниже допустимых величин

Температура воздуха на рабочем месте, °С	Время пребывания, не более, при категориях работ, ч
	Ia
6	-

7	-
8	-
9	-
10	-
11	-
12	-
13	1
14	2
15	3
16	4
17	5
18	6
19	7
20	8

5.1.2. Требования к уровню шума на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

В производственных помещениях при выполнении основных или вспомогательных работ с использованием ПЭВМ уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных для данных видов работ в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

В помещениях, где работают инженерно-технические работники, осуществляющие лабораторный, аналитический или измерительный контроль, уровень шума не должен превышать 80 дБА.

На рабочих местах в помещениях для размещения шумных агрегатов вычислительных машин (принтеры и т. п.) уровень шума не должен превышать 80 дБА.

Снизить уровень шума в помещениях с ПЭВМ можно использованием звукопоглощающих материалов с максимальными коэффициентами звукопоглощения в области частот 63 – 8000 Гц для отделки помещений (разрешенных органами и учреждениями Госсанэпиднадзора России), подтвержденных специальными акустическими расчетами.

Дополнительным звукопоглощением служат однотонные занавеси из плотной ткани, гармонирующие с окраской стен и подвешенные в складку на расстоянии 15-20 см от ограждения. Ширина занавеси должна быть в 2 раза больше ширины окна.

5.1.3. Требования к освещению на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

Рабочие места следует размещать таким образом, чтобы видео дисплейные терминалы были ориентированы боковой стороной к световым проемам, чтобы естественный свет падал преимущественно слева.

Искусственное освещение в помещениях для эксплуатации ПЭВМ должно осуществляться системой общей преимущественной работы с документами, следует применять системы комбинированного освещения (к общему освещению дополнительно устанавливаются светильники местного освещения, предназначенные для освещения зоны расположения документов).

Освещенность на поверхности стола в зоне размещения рабочего документа должна быть 300 – 500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Освещенность поверхности экрана не должна быть более 300 лк.

Следует ограничивать прямую блескость от источников освещения, при этом яркость светящихся поверхностей (окна, светильники и др.), находящихся в поле зрения, должна быть не более 200 кд/м².

Следует ограничивать отраженную блескость на рабочих поверхностях (экран, стол, клавиатура и др.) за счет правильного выбора типов светильников и расположения рабочих мест по отношению к источникам естественного и искусственного освещения, при этом яркость бликов на экране ПЭВМ не должна превышать 40 кд/м² и яркость потолка не должна превышать 200 кд/м².

Показатель ослепленности для источников общего искусственного освещения в производственных помещениях должен быть не более 20.

Яркость светильников общего освещения в зоне углов излучения от 50 до 90 градусов с вертикалью в продольной и поперечной плоскостях должна составлять не более 200 кд/м², защитный угол светильников должен быть не менее 40 градусов.

Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПЭВМ, при этом соотношение яркости между

рабочими поверхностями не должно превышать 3:1 – 5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования 10:1.

В качестве источников света при искусственном освещении следует применять преимущественно люминесцентные лампы типа ЛБ и компактные люминесцентные лампы (КЛЛ). При устройстве отраженного освещения в производственных помещениях допускается применение металлогалогенных ламп.

Для освещения помещений с ПЭВМ следует применять светильники с зеркальными параболическими решетками, укомплектованными электронными пуско-регулирующими аппаратами. Допускается использование многоламповых светильников с электромагнитными пуско-регулирующими аппаратами, состоящими из равного числа опережающих и отстающих ветвей.

Применение светильников без рассеивателей и экранирующих решеток не допускается.

Коэффициент запаса (K_z) для осветительных установок общего освещения должен приниматься равным 1,4. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Для обеспечения нормируемых значений освещенности в помещениях для использования ПЭВМ следует проводить чистку стекол оконных рам и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп.

5.1.4. Требования к уровням электромагнитных полей на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ

Воздействие электромагнитных полей на человека зависит от напряжения электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, размера облучаемого тела.

Нарушение в организме человека при воздействии электромагнитных полей незначительных напряжений носят обратимый характер. При воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно – сосудистой систем, органов пищеварения и некоторых биологических показателей крови.

Нормируемыми параметрами в диапазоне частот 60 кГц – 300 МГц являются напряженности Е и Н электромагнитного поля. В диапазоне низких частот интенсивность излучения не должна превышать 50 В/м по электрической составляющей и 5 А/м по магнитной составляющей напряженности поля.

Напряженность магнитного поля на расстоянии 10 см от экрана варьируется в диапазоне 0,4 – 1,8 А/м. С расстоянием эти показатели уменьшаются. Следовательно, напряженность магнитного поля аудитории соответствует норме.

Защитные средства так же предусмотрены в мониторе компьютера, которые с каждым годом все меньше и меньше оказывают вредное воздействие на человека.

5.1.5. Эргономика рабочего места

Проектирование рабочих мест, снабженных видеоматериалами, относится к числу важных проблем эргономического проектирования в области вычислительной техники.

Рабочее место и взаимное расположение всех его элементов должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям. Большое значение имеет также характер работы. В частности, при организации рабочего места конструктора должны быть соблюдены следующие основные условия: оптимальное размещение оборудования, входящего в состав рабочего места и достаточное рабочее пространство, позволяющее осуществлять все необходимые движения и перемещения.

Эргономическими аспектами проектирования видеотерминальных рабочих мест, в частности, являются: высота рабочей поверхности, размеры пространства для ног, требования к расположению документов на рабочем месте (наличие и размеры подставки для документов, возможность различного размещения документов, расстояние от глаз пользователя до экрана, документа, клавиатуры и т. д.), характеристики рабочего кресла, требования к поверхности рабочего стола, регулируемость элементов рабочего места.

Главными элементами рабочего места конструктора являются стол и кресло. Основным рабочим положением является положение сидя.

Рабочая поза сидя вызывает минимальное утомление человека. Рациональная планировка рабочего места предусматривает четкий порядок и постоянство размещения предметов, средств труда и документации. То, что требуется для выполнения работ чаще, расположено в зоне легкой досягаемости рабочего пространства.

Максимальная зона досягаемости рук – это часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми максимально вытянутыми руками при движении их в плечевом суставе.

Оптимальная зона – часть моторного поля рабочего места, ограниченного дугами, описываемыми предплечьями при движении в

локтевых суставах с опорой в точке локтя и с относительно неподвижным плечом.

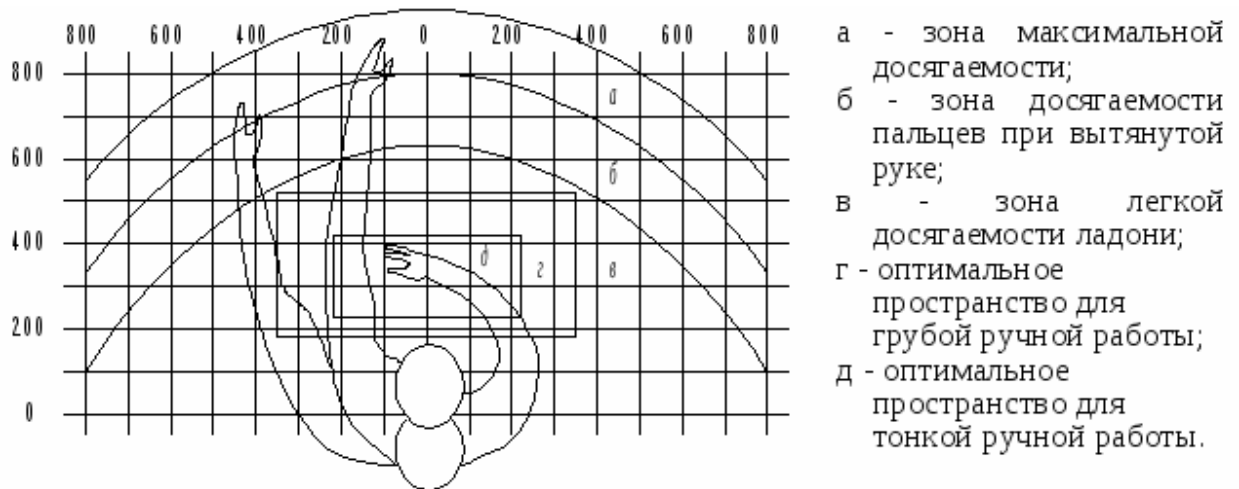


Рис. 1. Оптимальное размещение предметов труда и документации в зонах досягаемости.

Дисплей размещается в зоне **а** (в центре);

Системный блок размещается в предусмотренной нише стола;

Клавиатура размещается в зоне **г/д**;

«Мышь» располагается в зоне **в** справа;

Настольный набор располагается в зоне **а/б** слева;

Принтер располагается в зоне **а** справа.

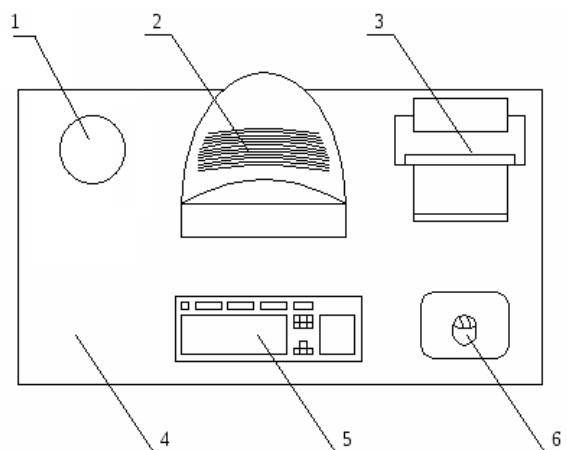


Рис. 2. Пример размещения основных и периферийных составляющих ПК на рабочем столе

На рис. 2 отображены:

1 – настольный набор, 2 – монитор, 3 – принтер, 4 – поверхность рабочего стола, 5 – клавиатура, 6 – «мышь».

Для комфортной работы стол должен удовлетворять следующим условиям:

- Высота стола должна быть выбрана с учетом возможности сидеть свободно, в удобной позе, при необходимости опираясь на подлокотники;
- Нижняя часть стола должна быть сконструирована так, чтобы конструктор мог удобно сидеть, не был вынужден поджимать ноги;
- Поверхность стола должна обладать свойствами, исключающими появление бликов в поле зрения конструктора;
- Конструкция стола должна предусматривать наличие выдвижных ящиков (не менее 3 для хранения документации, листингов, канцерных принадлежностей);
- Высота рабочей поверхности рекомендуется в пределах 680 – 760 мм;
- Высота поверхности, на которую устанавливается клавиатура, должна быть около 650 мм.

Большое значение придается характеристикам рабочего кресла. Рекомендуемая высота сиденья над уровнем пола находится в пределах 420 – 550 мм. Поверхность сидения мягкая, передний край закругленный, а угол наклона спинки регулируемый.

Необходимо предусматривать при конструировании возможность различного размещения документов сбоку от видеотерминала, между монитором и клавиатурой и т. п. кроме того, в случаях, когда видеоматериал имеет низкое качество изображения, например, заметны мелькания, расстояние от глаз до экрана делают больше (около 700 мм), чем расстояние от глаза до документа (300 – 450 мм).

Положение экрана определяется:

Расстоянием считывания (0,6...0,7м); углом считывания, направлением взгляда на 20° ниже горизонтали к центру экрана, причем экран перпендикулярен этому направлению.

Должна также предусматриваться возможность регулирования экрана:

- По высоте +3 см;
- По наклону от -10° до $+20^{\circ}$ относительно вертикали;
- В левом и правом направлениях.

Большое значение также придается правильной рабочей позе пользователя. При неудобной рабочей позе могут появиться боли в мышцах, суставах и сухожилиях. Требования к рабочей позе пользователя видеотерминала следующие:

- Голова не должна быть наклонена более чем на 20° ,
- Плечи должны быть расслаблены,
- Локти - под углом $80^{\circ} \dots 100^{\circ}$
- Предплечья и кисти рук - в горизонтальном положении.

Причина неправильной позы пользователей обусловлена следующими факторами: нет хорошей подставки для документов, клавиатура находится слишком высоко, а документы - низко, некуда положить руки и кисти, недостаточно пространство для ног.

В целях преодоления указанных недостатков даются общие рекомендации: лучше передвижная клавиатура; должны быть предусмотрены специальные приспособления для регулирования высоты стола, клавиатуры и экрана, а также подставка для рук.

Существенное значение для производительной и качественной работы на компьютере имеют размеры знаков, плотность их размещения, контраст и соотношение яркостей символов и фона экрана. Если расстояние от глаз оператора до экрана дисплея составляет 60...80 см, то высота знака должна быть не менее 3мм, оптимальное соотношение ширины и высоты знака составляет 3:4, а расстояние между знаками – 15...20% их высоты. Соотношение яркости фона экрана и символов - от 1:2 до 1:15

Во время пользования компьютером медики советуют устанавливать монитор на расстоянии 50-60 см от глаз. Специалисты также считают, что верхняя часть видеодисплея должна быть на уровне глаз или чуть ниже. Когда человек смотрит прямо перед собой, его глаза открываются шире, чем когда он смотрит вниз. За счет этого площадь обзора значительно увеличивается, вызывая обезвоживание глаз. К тому же если экран установлен высоко, а глаза широко открыты, нарушается функция моргания. Это значит, что глаза не закрываются полностью, не омываются слезной жидкостью, не получают достаточного увлажнения, что приводит к их быстрой утомляемости.

Создание благоприятных условий труда и правильное эстетическое оформление рабочих мест на производстве имеет большое значение как для облегчения труда, так и для повышения его привлекательности, положительно влияющей на производительность труда.

5.2. Региональная безопасность

Правовую основу охраны окружающей среды в стране составляет закон РСФСР “О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения” (1991). Требования охраны окружающей среды зафиксировано в Основах законодательства РФ “Об охране здоровья граждан” (1993) и в законе РФ “О защите прав потребителей” (1992).

Основным видом нормативно-правовых актов по охране окружающей среды является система стандартов “Охрана природы”, имеющая номер 17 и состоящая из 10 комплексов.

5.3. Защита литосферы

Для защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий можно применять следующие меры:

1. полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам;
2. совершенствование технологических процессов и разработка нового оборудования с меньшим уровнем выбросов примесей и отходов в окружающую среду;
3. экологическая экспертиза всех видов производств и промышленной продукции;
4. замена токсичных отходов на нетоксичные;
5. замена не утилизируемых отходов на утилизируемые;
6. последствия промышленного загрязнения окружающей среды.

5.4. Защита в ЧС.

Для рабочего места за ПК наиболее вероятной и опасной ЧС является пожар. Соответственно, защита в ЧС в данном может быть рассмотрена как защита от пожара.

5.5. Пожарная безопасность.

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- 1.предотвращение пожаров;
- 2.возгорание;
- 3.локализация возникших пожаров;
- 4.защита людей и материальных ценностей;
- 5.тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящие материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Горение представляет собой сложное, быстро протекающее химическое превращение, сопровождающееся выделением большого количества теплоты и свечением.

Предотвращение пожара достигается исключением образования горючей среды и источников зажигания, а также поддержанием параметров среды в пределах, исключающих горение.

Пожар в лаборатории представляет особую опасность, так как он грозит уничтожением ЭВМ, аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних лабораториях.

Возникновение пожара в рассматриваемом помещении обуславливается следующими факторами: возникновение короткого замыкания в

электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электро-соединений и электрораспределительных щитов; возгорание оборудования вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры; возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных электроприборов и электроустановок.

Для устранения возможности пожара в помещении необходимо соблюдать противопожарные меры:

- ограничение количества горючих веществ;
- максимально возможное применение негорючих веществ;
- устранение возможных источников возгорания (электрических искр, нагрева оболочек оборудования);
- применение средств пожаротушения;
- использование пожарной сигнализации;
- содержание электрооборудования в исправном состоянии, использование плавких предохранителей и автоматических выключателей в аппаратуре, по окончании работ все установки должны обесточиваться;
- наличие в помещении средств пожаротушения (огнетушители типа ОУ-3, пожарный инструмент, песок) и содержание их в исправном состоянии;
- содержание путей и проходов эвакуации людей в свободном состоянии;
- проводить раз в год инструктаж по пожарной безопасности;
- назначение ответственного за пожарную безопасность помещения.

По степени взрывопожарной и пожарной опасности помещение лаборатории в соответствии с классификацией производств по пожарной безопасности относится к категории В (пожароопасные помещения), т.е. к помещениям с твердыми сгораемыми веществами. Поэтому необходимо предусмотреть ряд профилактических мероприятий технического, эксплуатационного, организационного плана.

Необходимость строгого соблюдения мер пожарной безопасности при работе с оборудованием и бытовыми приборами требует регулярного

проведения инструктажей работников по пожарной безопасности и их действий в случае возникновения пожара в помещении или в соседних комнатах. При возникновении пожара нужно, прежде всего, вызвать пожарную команду, обеспечить полную эвакуацию людей из помещения, где возник пожар. Вынужденная эвакуация при пожаре протекает в условиях нарастающего действия опасных факторов пожара. Поэтому безопасность людей находится в прямой зависимости от времени пребывания их в здании при пожаре. Кратковременность процесса вынужденной эвакуации достигается устройством эвакуационных путей и выходов, их числом и размером.

Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0.8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м.

При тушении электрических аппаратов, находящихся под напряжением, возникает опасность поражения током, поэтому необходимо отключать электричество. При пожаре нужно действовать быстро и чётко, так как очаг горения легче ликвидировать в самом начале его возникновения.

Успех быстрой локализации пожара в его начальной стадий зависит от наличия огнетушительных средств пожарной связи и сигнализации для извещения о возникшем пожаре и вызова пожарной помощи. При загорании электрических агрегатов или веществ около проводов, находящихся под током, во время тушения пожара всегда имеется опасность поражения током. Поэтому в здании или его части, где проводится тушение пожара, электрическая сеть должна быть выключена.

Для тушения пожаров, на случай их возникновения, в лаборатории имеются следующие средства:

-огнетушитель ОХП-10, предназначенный для тушения пожаров твердых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей;

-огнетушитель ОВП-10, предназначенный для тушения различных веществ и материалов, за исключением щелочных металлов и веществ, горение которых происходит без доступа воздуха, а также электроустановок, находящихся под напряжением;

-для обесточивания горячих электрических приборов на горизонтальной поверхности применяют песок;

-листовой асбест используется для тушения горючих жидкостей, обесточенных приборов, горячей одежды.

Постоянный и эффективный воздухообмен, исключение возможности искрообразования, чрезмерного перегрева

Пожар взрывоопасных веществ является предупреждением возникновения пожара или взрыва.

При соблюдении всех правил предосторожности можно избежать аварийных ситуаций и случаев травматизма.

5.6. Требования по обеспечению пожарной безопасности.

На рабочем месте запрещается иметь огнеопасные вещества

В помещениях запрещается:

- а) зажигать огонь;
- б) включать электрооборудование, если в помещении пахнет газом;
- в) курить;
- г) сушить что-либо на отопительных приборах;
- д) закрывать вентиляционные отверстия в электроаппаратуре

Источниками воспламенения являются:

- а) искра при разряде статического электричества
- б) искры от электрооборудования
- в) искры от удара и трения
- г) открытое пламя

При возникновении пожароопасной ситуации или пожара персонал должен немедленно принять необходимые меры для его ликвидации, одновременно оповестить о пожаре администрацию.

Помещения с электрооборудованием должны быть оснащены огнетушителями типа ОУ-2 или ОУБ-3.

5.7. Охрана окружающей среды

Научно-техническая революция, охватившая многие страны мира, принесла людям не только блага, она сопровождалась такими явлениями, как загрязнение биосферы.

При разработке данного дипломного проекта использовался компьютер, который потребляет сравнительно небольшое количество электроэнергии (мощностью 200 Вт).

Работа на компьютере связана со следующими энергетическими выбросами:

1. шум, вибрация;
2. электромагнитные поля;

В нашем случае шум и вибрация в пределах норм. Доза облучения при работе с компьютером составляет 100 мкР/час, с уменьшением расстояния до экрана доза облучения увеличивается.

Способом защиты от излучения является использование защитных экранов, улавливающих электромагнитные поля. Также рекомендуется в помещении больше разместить растения, поглощающие вредное излучение.

Основными отходами данного вида деятельности являются: батарейки и бумага. Выбросов в сточные воды нет.

Деятельность человека причиняет ущерб окружающей среде, а потому перед обществом стоит задача сделать это воздействие наименее пагубным. В процессе трудовой деятельности в ВЦ, также как и обычной жизнедеятельности, человек является источником твёрдых бытовых отходов. Эти отходы, как пищевые, так и промышленные, сильно загрязняют окружающую среду.

Как правило, в качестве промышленных отходов выступают: бумага, строительные отходы, коробки и т.п. Этот мусор с другими отходами вывозится на территории, выделенные под складирование бытовых отходов.

Сжигание этих отходов уменьшает их объём на 90%, но в результате сжигания происходит выделение вредных газов и дымов, что загрязняет атмосферу.

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилий всего человечества. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это потребует решения целого комплекса сложных технологических, конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы был проведен литературно-патентный анализ рынка устройств для 3D-моделирования объектов

На основании полученных данных была проведена работа по изучению и созданию формы.

В процессе работы проведен аналитический обзор. Также изучены основные принципы работы поворотного стола и создания 3D моделей с помощью фотографий.

В результате исследования создана установка для сканирования объектов.

Проведен анализ требований предъявляемых к созданию и разработке поворотного стола, данные могут быть использованы для проведения других исследований, посвященных проблеме создания устройств для 3D-моделирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Карманов А.Г. Фотограмметрия – Учебное пособие. Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2012. — 171 с.
2. Краснопевцев Б.В. Фотограмметрия – Учебное пособие. М.: УПП "Репрография" МИИГАиК, 2008. — 160 с.
3. Данные для 3D моделирования: <http://www.agisoft.com/>
4. ГОСТ 12.1.007 – 76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
5. ГОСТ 12.3.002 – 75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности.
6. ГОСТ 1284.1-3-89. Ремни приводные клиновые нормальных сечений ГОСТ 1284.1-3-89.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.
8. СНиП 2.04.05 – 91. Отопление, вентиляция и кондиционирование
9.] СНиП 23 – 05 –95. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение. М.: Минстрой России, 1995.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278 – 03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003.

Приложение А

Раздел на иностранном языке

Перевод раздела «Литературный обзор»

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8НМ51	Бровикова А.И.		

Консультант кафедры ТМСР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Дронов В.В.	К.т.н.		

Консультант – лингвист кафедры ИЯ ИК:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель	Куркан Н. В.			

Photogrammetry is a scientific and technical discipline that deals with determining the shape, size, position, and other characteristics of objects by their photoimages. Initially photogrammetry was actively used in geodesy. It is the desire to capture the terrain in the long term and to transform the resulting image into a plan that has pushed to the creation of special devices that allow obtaining more accurate information about the terrain. Such a device became a camera obscura * and, later, a camera-clara. "Swiss MA Cappeler (M.A.Cappeler) in 1725 drew two panoramic pictures for the purpose of mapping the mountain range of Pilatus. For this he first used the principle of spatial notch, later called photogrammetric "(B.V. Krasnopevtsev," Photogrammetry "). They were a kind of prototype camera. One of the shortcomings of the cameras was the fragility of the resulting image. Then the task arose: to find a way of fixing for a long-term storage of the image obtained in the camera obscura. So there was a photo and a stereography. Photos were used to create topographic maps. Also in this case, the rapid development of aviation helped.

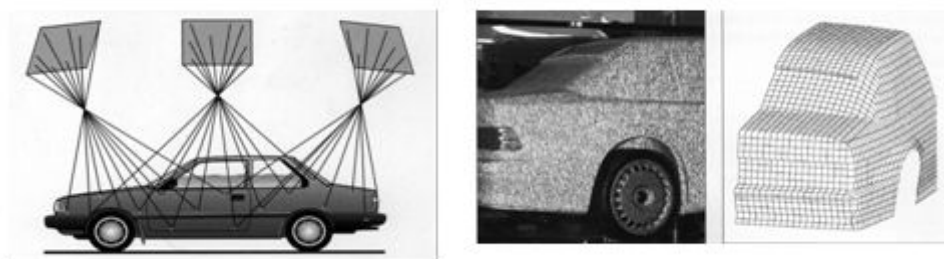
Photogrammetry methods are used not only in topography, but also in other fields of science and technology:

- For research and design of various types of linear structures (roads and railways, pipelines, power lines, etc.). In these cases, usually make survey plans, which may have less accuracy and conventional coordinate system, a photo frame of the terrain and a terrain profile, constructed from the measurements of the images;
- In construction in determining the quality of construction, improving the reliability and durability of industrial and civil facilities, etc .;
- In geological exploration. Aerial and space imagery allows, according to the interpretation data, to approach more rationally the choice of areas that are promising for prospecting and exploration of minerals, to outline the points for drilling wells and determine their coordinates;
- In geophysics to obtain the coordinates and heights of given points of terrain and determine topographic corrections to the measured values of gravity;

- In architecture in the production of measurements, drawing up plans for facades, making 3D models, surveying and reproducing architectural monuments, studying and measuring architectural compositions, sculptures, etc.
- In mining for surveying open mining projects with the preparation of mine surveying plans for quarries, dredges, bulldozer sites, finished goods warehouses, etc .;
- In geographical studies (study of glaciers, mudflows, landslides, etc.);
- When mapping the bottom and obtaining the depths of the shelf, studying sea waves, determining the speed and direction of the current in the open sea;
- In medicine and surgery for the diagnosis and treatment of diseases of individual human organs, as well as for the detection of foreign objects and tumors in the body;
- In military affairs, etc. (According to AGKarmanov "Photogrammetry")

In fact, photogrammetry can be divided into two areas: the creation of maps and plans of the Earth (and other space objects) from photographs (phototopography), and ground, applied photogrammetry.

Terrestrial photogrammetry is one of the sections of photogrammetry, in which methods of obtaining and photogrammetric processing of images of objects obtained by survey systems from points on the earth's surface are studied.



Picture 1

Also, at present, the use of photogrammetry in design, creation of computer games or films is gaining momentum. Developed applications and programs for data processing. It is enough to have at hand a digital camera, the program and the object itself.

Company Autodesk, has developed a cloud service called 123D Catch, which allows you to automatically build a 3D model of the object in a set of images. Another program, simple enough to handle, AgisoftPhotoScan. This program allows you to get a 3D model of the object, using the application in your phone. All you need is to install the application, take a picture of the object from various points in space and after download the processed model through the computer.

A Typical Photogrammetry Photo Shoot Setup

Unless you have multiple cameras, there are two standard ways to set up a photo shoot for photogrammetry. The first is to put the camera on a tripod, and rotate your subject using a turntable or office chair. The second is to put the subject in the center, and you then move with the camera around the outside taking pictures. Both techniques have their pros and cons. And both are appropriate for different scenarios. Always shoot extra photos to make sure you have enough angles. Too many images may overwhelm the software (especially if you don't have enough system RAM), but extra images will give you the luxury of picking the best shots after the fact.

Set Up Your Lights

You'll need soft light to evenly illuminate your subject. You can setup a shoot outside on an overcast day, or diffuse the sun with translucent plastic sheets, and white or aluminium-wrapped foam core to bounce light on the opposite side and underneath. If you are unable to use the sun, set up lights all around your subject, and diffuse them if necessary.

Set Up Your Camera

If you are using a DSLR with a cropped APS-C sensor, use a lens between 28mm and 100mm. Select the lens based on high sharpness and low distortion at about $f/8$. If you are scanning a person, a 50mm or 85mm prime lens will have minimal distortion, and put you at a good distance from the subject (approximately four feet).

There should be a good deal of overlap in each picture, so try to include about 50% of what was visible in the last photo.

As for settings, $f/8$, ISO 400, shutter speed 1/30 is a good starting point. If you do not have enough light, increase the ISO to 800 or the shutter speed to 1/15. A tripod makes this slow of a shutter acceptable, and a full-frame camera makes using higher ISOs OK as well.

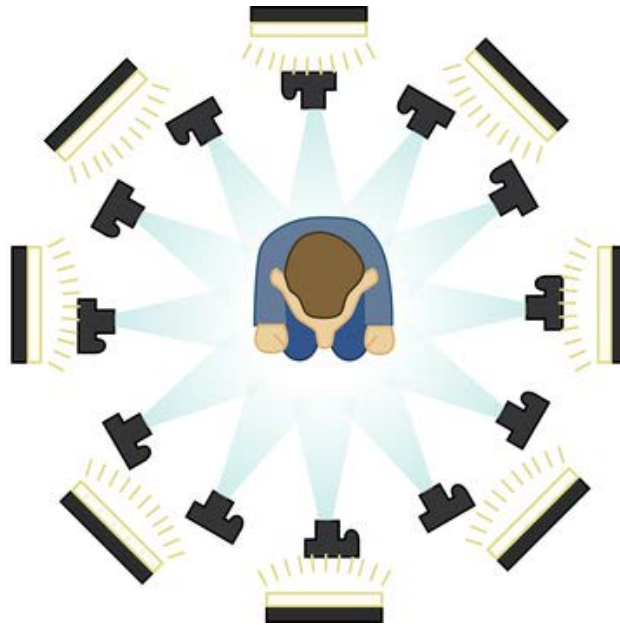
Pick a place to start. Since the photos are usually processed in order, it is better to start from an angle where you can see a lot of detail, like the front of a face. Take a test shot. Zoom in to 100% on your camera's LCD and make sure that every part of your subject is in focus. Compare the part of your subject that's nearest to you to the farthest, for example the tip of a nose with the back of an ear. Take some test photos to make sure your subject is in focus, and that the ISO doesn't make the image too noisy.

There should be a good deal of overlap in each picture, so try to include about 50% of what was visible in the last photo.

The Walk-Around Method

Position your subject so that you have plenty of room to walk all the way around. Walk around once to make sure that you can see all parts that you want to capture, and that your own body doesn't cast an obvious shadow on the subject. The subject should be high enough to allow you to shoot the underside details (like beneath a chin), but low enough so it is not too difficult to shoot from above. A stepstool can help! Position the camera at a height that will give you a good view of

the important features. For a plate of cookies this should be pointing down about 45 degrees. For a person the camera should be around the same height at eye level.

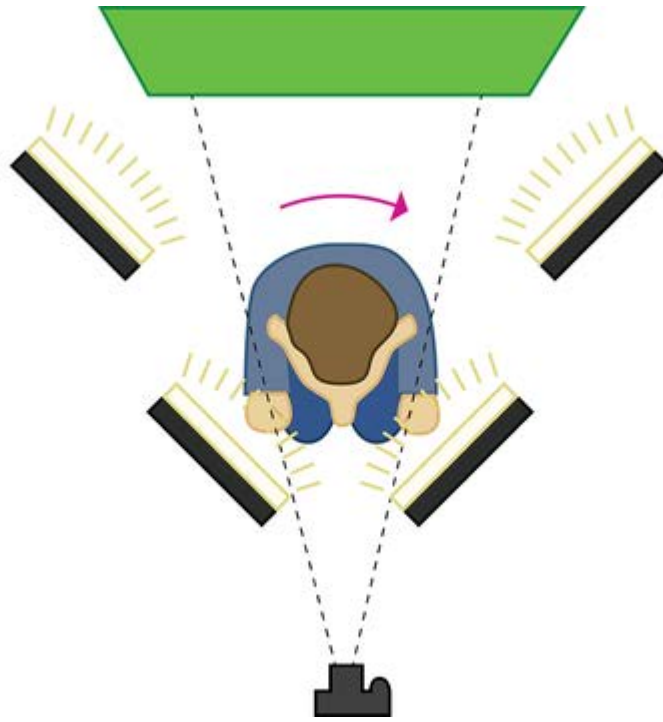


Picture 2. Walk-around method

Once you have found your height, check all your camera settings, pause to steady the camera, focus, and take your first shot. Check the shot. If everything looks good, take shots around the subject around every 10 to 15 degrees, pausing to steady yourself between each shot. Once you have done a 360 degree ring around the subject, you should have taken between 24 and 36 pictures. Now look for parts of your subject that are not clearly visible from the first set of pictures. If your subject is a person, the common areas are: behind the ears, under the chin, and the top of the head. Push in closer and take 2-3 pictures of these areas. Taking additional rings of photographs may be necessary.

The Turntable Method

The turntable method can be very useful if you have time for setup. You'll need something to rotate your subject, like a Lazy Susan, or an office chair that spins.



Picture 3. Turntable method

You'll need a tripod for your camera that you can adjust to shoot above and below your subject. Light setup is easier with this method because you only need to light for one angle, and you can put the lights very close. Put your diffused lights to the left and right of your subject just out of frame. Adjust and add light until the light is very even with no obvious shadows or highlights. If you are using a green screen, light it as well. The more even the light on it, the easier it will be to take out later in PhotoShop after.

To set up a green screen, place it about six feet behind the subject and make sure it covers the background for all the angles you want to shoot from. Just as with the other method, position the camera at a height that will give you a good view of the important features. (45 degrees for a plate of cookies, etc).

Shoot between 20 and 60 Photos. Too many photos may overwhelm the software, so review and remove bad and redundant shots. If you can test the footage on your photogrammetry software, now is the time to do it. If not, take another set or two of source photos for safety.

The Turntable method will be easier to setup if you are using artificial lighting. It will also be faster to turn the object than move the camera. It also makes it easier to use a green screen, since it stays in one place.

The Walk-around Method requires less setup if you are shooting outdoors or otherwise don't need to set up lights. If you are scanning a person, they will have an easier time keeping their eyes fixed if they are not spinning around on a chair.

Principles of obtaining a 3D model using photogrammetry:

First, the object is shot from all sides, and then more detailed views are made (if required);

The object must be stationary. You can either move around it, or rotate the object itself;

Each subsequent frame must overlap / intersect the previous one.



Picture 4. Example

In some cases, it is possible to rotate the object itself when the camera is stationary. For this, there are rotary tables that have the ability to gradually rotate to a certain angle after each shot. You also need to set up the camera for continuous shooting in a certain time mode, or manually.

Advantages of photogrammetry:

- High measurement accuracy;
- High degree of automation of the measurement process and the related objectivity of their results;
- Great performance (since not the objects themselves are measured, but only their images);
- The possibility of remote measurements in conditions where staying at the facility is unsafe for a person. (AN Lobanov, "Photogrammetry")

Therefore photogrammetry is very popular now.

One example of the application of photogrammetry in engineering is the device for contactless measurements of geometrical parameters of an object in space. When the method is implemented, one and / or a separate zone is singled out on the surface of the object, for which several simplified mathematical parametric models can be prepared in advance based on the previously known geometric laws of the object under study that characterize the shape, position, motion, deformation.

Markers are applied to the surface of the object, grouping into separate zones into separate groups. Further, images of the central projection of said markers are recorded. And on their basis, taking into account the previously known geometric regularities of the object under study and using the methods of multidimensional minimization of discrepancies, the required geometric parameters of the object are determined. The technical result is an increase in the accuracy and reliability of measurements of the geometric parameters of an object when using one camera, especially in confined space and limited optical access. The invention relates to the field of optical non-contact measurements of geometric parameters of the shape, position, motion and deformation of objects in space, in particular, to near-photogrammetry and videogrammetry, and can be used in scientific research, in mechanical engineering, construction, medicine, and in other areas for measuring geometrical Parameters of objects in a cramped environment and limited optical

access (patent for invention RU 2 551 396 C1 / 06.11.2013 / Kulesh Vladimir Petrovich).

The most simple way to create a 3D model through photogrammetry is a turntable and the presence of a camera.

The principle of the turntable is to create a sequence of pictures of the object rotating on the platform, and then processing these images in the software.

The process of shooting practically does not differ from ordinary subject photography. The object is mounted on the turntable, the light is set, and the camera is adjusted. The only difference is that instead of a single photograph of the subject, the system produces a specified number of pictures, rotating the object mounted on the platform.

The turntable is quite easy to use and one of the advantages is the ability to make it yourself.